CORNELL UNIVERSITY LIBRARY
3 1924 096 411 362

WOMEN'S LIBRARY
B
088065

Cornell University Library

BOUGHT WITH THE INCOME
FROM THE
SAGE ENDOWMENT FUND
THE GIFT OF
Henry W. Sage
1891

A. 55825 17/1/94

CORNELL UNIVERSITY LIBRARY
3 1924 096 411 362
DATE DUE
PHOTODUPLICATION
GAYLORD
PRINTED IN U.S.A.

QE
1
S6775

Wm. Aore. Oster.

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DE FRANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE L. MARTINET,
IMPRIMEUR DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE, RUE MIGNON, 2.

Bulletin

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

Tome Neuvième. Deuxième Série.

1851 A 1852.

PARIS,
AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ,
RUE DU VIEUX-COLOMBIER, 24.

1852.

A. 55825

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

Séance du 3 novembre 1851.

PRÉSIDENCE DE M. ED. HÉBERT, *vice-président.*

Le président annonce huit présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des Savants*, juin à septembre 1851 ; in-4.

De la part de M. le ministre des travaux publics, *Coupe géologique de la montagne de Blaisy ; chemin de fer de Paris à Lyon ; 3e section, d'Aisy à Dijon (Côte-d'Or) ; coupe en long, plan et coupe en travers du souterrain ; dressés et présentés par les ingénieurs des ponts et chaussées et du chemin de fer.* Dijon, 1851 ; 1 feuille grand-aigle.

De la part de M. Belgrand, *Notice sur la carte agronomique et géologique de l'arrondissement d'Avallon ;* in-8, 95 et XLIV p., 1 carte. Auxerre, 1851, chez Perriquet.

De la part de M. J. Carlet, *Traité élémentaire des roches ;* in-8, 176 p. Paris, 1851, chez Carilian-Gœury.

De la part de M. J. Delanoüe, *Géogénie des minerais de zinc, plomb, fer et manganèse en gîtes irréguliers* (extr. des *Annal. des min.*, 4e sér., t. XVIII) ; in-8, 19 p. Paris, 1851, chez Thunot et Ce.

De la part de M. Ch. Sainte-Claire Deville, *Annuaire des eaux de la France pour* 1851, *publié par ordre du ministre de l'agriculture et du commerce, et rédigé par une commission*

spéciale; 1re partie, in-4, LXXII et 315 p. Paris, 1851, chez Gide et Baudry.

De la part de M. Duperrey, *Notice sur la position des pôles magnétiques de la terre* (extr. des *Compt. rend. des séanc. de l'Acad. des sc.*, t. XIII, 1841); in-4, 8 p. Paris, chez Bachelier.

De la part de M. Ed. Hébert, *Sur la géologie du bassin de Paris* (extr. des *Compt. rendus des séances de l'Acad. des sciences*, t. XXXII, 1851); in-4, 4 p. Paris, 1851, chez Bachelier.

De la part de M. de la Roquette. — *Vue du grand Ararat, prise de la cime du petit Ararat en août* 1844 (extr. du *Bull. de la Soc. de géogr.*, 4e sér., t. Ier, 1851), par M. Abich; 1 feuille colombier.

De la part de M. Ch. Martins, *Upon the identity*, etc. (De l'identité des traces de l'action des glaces sur les roches des environs d'Édimbourg avec celles qui ont été observées par l'auteur dans le continent de l'Europe et au Spitzberg) (extr. de *The Edinburgh new philosophical Journ.*, avril 1851); in-8, 20 p.

De la part de MM. Ch. d'Orbigny et A. Gente, *Géologie appliquée aux arts et à l'agriculture, comprenant l'ensemble des révolutions du globe;* in-8, 534 p., et *Tableau chronolog. des div. terrains*, in-fo. Paris, 1851, chez M. A. Gente.

De la part de M. le Dr A. Boué, *Der ganze Zweck*, etc. (Du but capital et de la haute utilité de la géologie dans son rapport général et spécial avec les États de l'Autriche et ses peuples; communiq. dans la séance du 15 février 1850 à la Soc. des amis des sc. natur. de Vienne); in-8, 127 p. Vienne, 1851, chez Wilh. Braumüller.

De la part de M. Ch. Darwin, *A Monograph*, etc. (Monographie des Lépadides fossiles, ou Cirrhipèdes pédonculés de la Grande-Bretagne); in-4, 88 p., 5 pl. Londres, 1851, à l'impr. de la Soc. paléontog.

De la part de M. Fischer de Waldheim, *Revue des fossiles du gouvernement de Moscou* (extr. du *Bull. de la Soc. imp. des natural. de Moscou*, t. XV, 1842, et t. XVI, 1843) : no 1, *Bélemnites;* in-8, 20 p., 1 pl.; no 2, *Fossiles du terrain oolithique;* in-8, 43 p., 3 pl.

— *Sur quelques polypiers fossiles de la Russie* (extr. du *Bull. de la Soc. imp. des natural. de Moscou*, t. XVI, 1843); in-8, 12 p., 5 pl.

— *Notice sur le* Crioceras voronzovü de Sperk (extr. du *Bull. de la Soc. imp. des natural. de Moscou*, t. XXI, 1849); in-4, 7 p., 1 pl. Moscou, 1849, chez W. Gautier.

De la part de M. le Dr A. Massalongo, *Osteologia*, etc. (Ostéologie des ours fossiles du Véronais; avec un essai sur les principales cavernes du district de Tregnago) (extr. des *Mém. d'hist. natur.*, publ. par M. W. Haidinger, IVe vol., IVe part.); in-4, 58 p., 4 pl. Vienne, 1850, chez Guill. Braumüller.

— *Schizzo geognostico*, etc. (Esquisse géognostique sur la vallée du Progno, ou torrent d'Illasi; avec un essai sur la flore primordiale de M. Bolca. — Etudes); in-8, 77 p. Vérone, 1850, chez G. Antonelli.

De la part de M. Puggaard, *Übersicht*, etc. (Coup d'œil sur la géologie de l'île de Moën); in-8, 24 p. Berne, 1851, chez Jenny père.

De la part de MM. Paolo Savi et G. Meneghini, *Considerazioni sulla geologia stratigrafica della Toscana*; in-8, 245 p., 1 pl. Florence, 1851, chez Jacopo Grazzini.

De la part de M. G. Scarabelli, *Studi geologici sul territorio della republica di San Marino, fatti nel* 1848; in-8, 26 p., 1 cart. géolog. Imola, 1851, chez Pozzo.

De la part de M. Studer, *Geologie der Schweiz* (Géologie de la Suisse), t. Ier; in-8, 485 p., 1 cart. géol. Berne et Zurich, 1851.

De la part de M. J. Thurmann, *Lettres écrites du Jura. — Lettre IV. Sur une chance défavorable que certaines structures orographiques offrent, dans les chaînes du Jura, à la recherche du sel gemme. — Lettre V. Floraison à la Chaux-de-Fonds, d'après les notes des frères Gentil*; in-8, p. 25 à 39, 2. pl.

— *Fragments de la relation du séjour en Égypte du capitaine du génie L. Thurmann, pendant toute la durée de l'expédition française, recueillis et mis en ordre par son fils* (extr. des *Archives de la Soc. jurass. d'émul.*); in-8, 112 p., 1 pl. Porrentruy, 1851, chez Victor Michel.

— Abraham Gagnebin de la Ferrière. *Fragment pour servir*

à l'histoire scientifique du Jura bernois et neufchâtelois pendant le siècle dernier, avec un appendice géologique (extr. des *Archives de la Soc. jurass. d'émul.*) ; in-8, 143 p., 2 pl. Porrentruy, 1851, chez Victor Michel.

De la part de M. Francis de Castelnau, *Expédition dans les parties centrales de l'Amérique du Sud, exécutée par ordre du Gouvernement français, pendant les années* 1843 à 1847, *sous la direction de M. Francis de Castelnau*, vol. IVe, Ve et VIe. In-8. Paris, 1851, chez P. Bertrand.

De la part de M. de Marolles, *Les greniers d'abondance appropriés à notre époque ;* in-8, 24 p. Paris, 1850, chez Ve Bouchard-Huzard.

De la part de M. Payen, *Géologie de la Côte-d'Or* (extr. du *Journ. d'Agric. de la Côte-d'Or*, 1838) ; in-8, p. 145 à 188. Dijon, 1851, chez Loireau-Feuchot.

De la part de M. Alexis Perrey, *Documents relatifs aux tremblements de terre dans le nord de l'Europe et de l'Asie* (extr. de l'*Annuaire magnét. et météor. du corps des mines de Russie pour* 1846); in-4, 31 p., 1 pl. Saint-Pétersbourg, 1849.

De la part de M. Marcel de Serres, *Observations sur la pétrification des coquilles dans la Méditerranée* (*Mém. présenté à l'Acad. des scienc. le* 22 *juin* 1846). Extr. de la *Rev. scient. et indust. du Dr Quesneville*, par MM. Marcel de Serres et L. Figuier; in-8, 23 p. Paris, 1847, chez Martinet.

— *Nouvelles observations sur la source thermale de Balaruc*, par MM. M. de Serres et L. Figuier; in-8, 24 p. Montpellier, 1848, chez Ricard frères.

— *De l'origine des silex de la craie* (extr. des *Actes de la Soc. linnéenne de Bord.*, t. XVI, 1850); par M. M. de Serres; in-8, 84 p. Bordeaux, chez Th. Lafargue.

De la part de M. Taupenot, *Études géologiques sur les terrains en général, et spécialement sur le terrain d'eau douce des environs de Montpellier* (*Thèse pour le doctor. ès sc. souten. dev. la Facult. des sc. de Dijon*, le 23 août 1851), in-8, 132 p., 1 carte. Dijon, 1851, chez Loireau-Feuchot.

De la part de M. A. Quetelet, *Sur le climat de la Belgique. — IVe Partie. Pressions et ondes atmosphériques ;* in-4, 106 p., 7 pl. Bruxelles, 1851, chez Hayez.

De la part de M. A. Quiquerez, *Recueil d'observations sur le terrain sidérolitique dans le Jura bernois, et particulièrement dans les vallées de Delémont et de Moutier;* in-4, 63 p., 7 pl.

De la part de l'Académie royale de Belgique, *Mémoire sur la chimie et la physiologie végétales et sur l'agriculture* (*Couronné en* 1848 *et publ. par l'Acad. roy. des sc., des lett. et des beaux-arts de Belg.*), par M. Henri le Docte; in-8, 300 p. Bruxelles, 1849, chez Hayez.

— *Exposé général de l'agriculture luxembourgeoise* (*Couronn. et publ. par l'Acad. roy. des sc., des lett. et des beaux-arts de Belg.*), par M. Henri le Docte; in-8, 179 p. Bruxelles, 1849, chez Hayez.

De la part de la Société paléontographique, *A Monograph*, etc. (Monographie des mollusques du crag, ou description des coquilles des terrains tertiaires moyen et supérieur de l'est de l'Angleterre), par M. V. Wood; partie II, Bivalves; in-4, 150 p., 12 pl. Londres, 1850, imprimée par la Soc. paléontograph.

De la part de la Société d'histoire naturelle de la Prusse rhénane, *Beiträge*, etc. (Considérations sur le mode d'existence et de développement des insectes proboscidiens de la famille des Attelabides) (publié par la Société d'histoire naturelle de la Prusse rhénane), par M. le Dr Debey. Ire part., in-4, 55 p., 4 pl. Bonn, 1846, chez Henry et Cohen.

— *Beiträge*, etc. (Considérations sur la faune primitive de la formation carbonifère) (publié par la Soc. d'hist. nat. de la Prusse rhén.), par M. le Dr Goldfuss; in-4, 28 p., 5 pl. Bonn, 1847, chez Henry et Cohen.

— *Monographie*, etc. (Monographie des pétrifications de la formation crétacée d'Aix-la-Chapelle) (publ. par la Soc. d'hist. natur. de la Prusse rhénane), par M. le Dr Joseph Müller. Ire part., in-4, 48 p., 2 pl.; IIe part., in-4, 88 p., 4 pl. Bonn, 1847 et 1851, chez Henry et Cohen.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1851, 1er sem., t. XXXII, nos 24 à 26, et table; 2e sem., t. XXXIII, nos 1 à 17; in-4.

L'Institut, 1851, nos 911 à 930; in-4.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, nos 33 à 36, 4e année, mai à août 1851 ; in-4.

Bulletin de la Société de géographie, 4e sér., t. Ier, nos 4 à 7, avril à juillet 1851 ; in-8.

Annales des mines, 4e sér., t. XIX, 2e et 3e livr. de 1851 ; in-8.

Annales agricoles, scientifiques et industrielles du département de l'Aisne (Société académique de Saint-Quentin), 2e sér., t. VIII, travaux de 1850. Saint-Quentin, 1851 ; in-8.

Mémoires de la Société d'agriculture, des sciences et arts d'Angers, 2e sér., Ier vol., 1re et 2e livr., 1850 ; IIe vol., 1re livr., 1851 ; in-8.

Mémoires de la Société d'agriculture, des sciences, arts et belles-lettres du département de l'Aube, t. XII, nos 94 à 96, 2e, 3e et 4e trim. de 1845 ; t. XV, 2e sér., nos 15 et 16, 3e et 4e trim. de 1850 ; in-8.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne, t. XXIV, mars à juin 1851 ; in-8.

Annales de la Société d'agriculture, des sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire, t. XXX, no 1 et 2, janv. et déc. 1850 ; in-8.

Résumé des observations recueillies en 1849 *dans le bassin du Rhône par les soins de la Commission hydrométrique de Lyon ;* in-8, 8 p., 2 pl.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse ; table des matières des vingt premiers volumes, t. XXIII, nos 112 et 113 ; in-8.

Annales de la Société d'agriculture, des sciences, arts et commerce du Puy, t. XV, 1er sem. 1850. Le Puy, 1851 ; in-8.

Travaux de l'Académie de Reims, année 1847-1848, nos 1 et 2 ; année 1850-1851, no 2, trim. de janv. 1851 ; in-8.

Bulletin semestriel de la Société des sciences, belles-lettres et arts du département du Var, XIXe année, no 1. Toulon, 1851 ; in-8.

Mémoires de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique, tom. XXIV et XXV, 1850 ; in-4.

— *Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers,*

publiés par l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique, tom. XXIII, 1848-1850; in-4.

— *Bulletins de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique*, tom. XVI, 2e part., 1849; tom. XVII, 1re et 2e part., 1850; tom. XVIII, 1re part., 1851; in-8.

— *Catalogue des livres de la bibliothèque de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique;* in-8, 228 p. Bruxelles, 1850, chez Hayez.

— *Annuaire de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique*, 1850-1851; 2 vol. in-12.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, 1850, nos 2 à 4; 1851, no 1; in-8.

Société vaudoise des sciences naturelles, no 22, tom. III, année 1850; in-8.

Sitzungberichte, etc. (Comptes rendus des séances de l'Académie impériale des sciences de Vienne : classe des mathématiques et sciences naturelles), année 1850, 2e part., juin à déc., cah. 1 à 5; in-8.

— *Jahrbuch*, etc. (Annuaire de l'Institut I.-R. géologique de l'empire), 1851, 2e année, no 1, janv. à mars; in-4.

Abhandlungen, etc. (Mémoires de la Société royale des sciences de Bohême), 5e sér., vol. VI, années 1848 à 1850; in-4.

Abhandlungen, etc. (Mémoires de l'Académie royale des sciences de Berlin), année 1849; in-4.

— *Monatsbericht*, etc. (Comptes rendus mensuels de l'Académie royale des sciences de Berlin), juillet 1850 à juin 1851; in-8.

Jahresbericht, etc. (Comptes rendus annuels de la Société d'histoire naturelle de Halle), 3e année, 1850. Berlin, 1851; in-8.

Verhandlungen, etc. (Mémoires de la Société d'histoire naturelle de la Prusse rhénane et de la Westphalie), 1re à 6e années. Bonn, 1844 à 1849; in-8.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouvel annuaire de minéralogie, de géognosie et de géologie, de MM. Leonhard et Bronn), année 1851, cah. 3 à 5. Stuttgardt; in-8.

Württemb. naturw. Jahreshefte (Bulletin annuel de la Société d'histoire naturelle de Wurtemberg), 7e année, 1851, 2e cah. ; in-8.

The American Journal of science and arts, by Silliman, 2e série, vol. XI, no 33, mai 1851 ; vol. XII, no 34, juillet 1851 ; in-8.

De la part de l'Institut smithsonien : 1o *Smithsonian contributions*, etc. (Documents smithsoniens pour la science), vol. II ; in-4. Washington, 1851.

— 2o *Ephemeris*, etc. (Ephémérides de la planète Neptune pour l'année 1852) (Appendice 1er au vol. III des *Documents smithsoniens pour la science*), par M. Walker ; in-4, 9 p. Washington, 1851.

— 3o *Fourth annual report*, etc. (Quatrième compte rendu annuel du bureau des régents de l'Institut smithsonien pour l'année 1849) ; in-8, 64 p. Washington, 1850.

— 4o *Report*, etc. (Rapport fait à l'Institut smithsonien sur l'histoire de la découverte de la planète Neptune), par M. Benjamin Apthorp Gould ; in-8, 56 p. Washington, 1850.

— 5o *Notices*, etc. (Notices sur les bibliothèques publiques des États-Unis d'Amérique), par M. Charles C. Jewett ; in-8, 207 p. Washington, 1851.

— 6o *Proceedings*, etc. (Bulletins de la Société américaine pour l'avancement des sciences), 4e réunion, tenue à New-Haven, en août 1850 ; in-8, 414 p. 1 pl. Washington, 1851.

The Athenæum, 1851, nos 1234 à 1253 ; in-4.

Philosophical transactions of the royal Society of London, année 1851, partie Ire ; in-4.

— *Proceedings of the royal Society of London*, vol. VI, nos 77 et 78 ; in-8.

The quarterly Journal of the geological Society of London, no 26, vol. VII, mai 1851 ; in-8.

The Report, etc. (Relation de la vingtième réunion de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, tenue à Édimbourg en juillet et août 1850) ; in-8. Londres, 1851.

Transactions of the royal Society of Edinburgh, vol. XX, part. II ; in-4.

— *Proceedings of the royal Society of Edinburgh*, vol. II, 1850, table; vol. III, 1850-1851, nos 40 et 41; in-8.

Proceedings of the royal Irish Academy, vol. IV. Dublin, 1850; in-8.

Memorie della reale Academia delle scienze di Torino, sér. 2e, t. XI, 1851; in-4.

Continuazione degli Atti dell' I. e R. Academia economico-agraria dei Georgofili di Firenza, vol. XXIII, livrais. 1 à 5; vol. XXIV, livrais. 1 à 3. Florence, 1845 à 1847; in-8.

M. le Président présente à la Société la 1re partie du t. IV, 2e série, de ses *Mémoires*, qui a paru dans le mois de septembre dernier.

Le secrétaire, en déposant sur le bureau un dernier fascicule du *Bulletin* de la Société, a la satisfaction d'annoncer que cette publication est désormais entièrement au courant.

Le trésorier présente l'état de la caisse au 31 octobre dernier.

Il y avait en caisse au 31 décembre 1850. .	1,759 fr.	65 c.
La recette, depuis le 1er janvier 1851, a été de	15,873	»
Total. . .	17,632	65
La dépense, depuis le 1er janvier 1851, a été de	13,709	40
Il reste en caisse au 31 octobre 1851. . . .	3,923 fr.	25 c.

Le secrétaire donne lecture de la lettre suivante de M. Michelotti :

Turin, ce 18 octobre 1851.

Monsieur,

Je suis de retour d'une excursion géologique dans la vallée de la Bormida, où je me suis rendu de nouveau pour examiner davantage les terrains superposés aux serpentines et les fossiles qu'ils renferment. J'ai été surpris d'un fait qui est de la plus grande évidence, c'est-à-dire de voir, aux environs surtout de Piana, des couches puissantes remplies de Nummulites avec des polypiers et des coquilles miocéniques identiques avec ceux de la colline de Turin, des

environs de Bordeaux, du bassin de Vienne (Autriche), etc. Il est juste pourtant de dire que les Nummulites, ou mieux les Nummulines qu'on y trouve tiennent à des espèces qu'on rencontre, quoique beaucoup plus rarement, dans la colline de Turin, et je les ai indiquées dans mon travail sur la faune miocénique de l'Italie supérieure. Un autre fait non moins singulier, c'est une couche puissante que l'on voit dans la montagne de Sainte-Marguerite, près du Cairo (ancien département de Montenotte). On y trouve presque uniquement le *Cerithium margaritaceum*, espèce caractéristique des environs de Bordeaux et de Vienne (Autriche), signalée pour la première fois par Brocchi, aux environs de Siena (Toscane), et que A. Brongniart dit avoir aussi trouvée près de Mayence.

Ces faits et les collections que je me suis procurées tendent à confirmer une idée que j'ai acquise par de longues et pénibles recherches, c'est-à-dire que l'on peut diviser les couches miocéniques en trois groupes dont l'inférieur serait représenté aux environs de Carcare, Cairo, Dego, Prana, Belforte, etc.; le moyen par la colline de Turin; le supérieur par les couches de Castelnuovo, d'Asti, de marnes bleuâtres de Stazzano, Santa-Agata, etc. (environs de Tortone). Je me réserve de mieux étudier ces rapports, soit au point de vue stratigraphique, soit au point de vue paléontologique, et, dans le cas affirmatif, de dresser trois cadres. Peut-être que plus tard j'aurai aussi à vérifier une autre distinction de notre système pliocénique en deux sections et à en indiquer les motifs.

Enfin, en examinant sur les lieux les sables miocéniques des environs de Serravalle de Scrivia, où se trouvent divers bancs de débris de polypiers, j'ai rencontré bon nombre d'articles identiques avec ceux que M. B. Gastaldi et moi avons trouvés dans la colline de Turin, ensuite désignés sous le nom de *Pentacrinus Gastaldii*, dont la découverte a été annoncée pour la première fois dans le *Bulletin de la Société géologique*.

Il est ensuite donné communication de deux lettres de MM. Meyrat (de Thoune) et Podesta (de Parme), qui annoncent avoir en leur possession des collections à vendre d'échantillons de roches et de fossiles de Suisse et d'Italie.

M. Raulin communique la note suivante de M. Belgrand, ingénieur des ponts et chaussées.

Analyse de la Notice sur la carte agronomique et géologique de l'arrondissement d'Avallon (Yonne), par M. Belgrand.

Avallon, le 15 octobre 1851.

Chargé en 1849 du service hydraulique du département de l'Yonne, j'ai cru qu'il serait utile de faire ressortir les singuliers rapports qui existent entre l'agronomie et la géologie. J'ai dû commencer mes études par l'arrondissement d'Avallon, que je connaissais le mieux; le service hydraulique ayant été supprimé, je présentai le résultat de mes premières études au Conseil général du département, qui, dans sa session de 1849, décida que la notice et la carte qui l'accompagne seraient publiées dans l'*Annuaire de l'Yonne*. On trouvera dans le *Bulletin de la Société géologique* (voir séance du 21 décembre 1846, t. IV, 2e série, p. 328) un premier mémoire où j'indiquais d'une manière plus générale les propriétés agronomiques des diverses formations du bassin supérieur de la Seine, en amont de Paris, formations qu'on retrouve dans l'arrondissement d'Avallon. Mon nouveau travail n'est donc que le développement d'idées déjà anciennes.

Chapitre Ier. — Je ne dirai qu'un mot de la carte et de la partie purement géologique de la notice; sur la carte, les diverses formations sont indiquées par des rayures, les cultures par des teintes plates. Une légende très sommaire donne la clef des signes conventionnels, et fait connaître les propriétés fondamentales des diverses formations au point de vue de l'agriculture. Les terrains de l'arrondissement comprennent: 1° des *granites*; 2° des *arkoses* qui se trouvent à la base du lias (l'ensemble de ces terrains, dont les propriétés agronomiques sont identiques, occupe dans l'arrondissement une surface de 26,529 hectares); 3° le lias complet, comprenant l'infra-lias, de M. Leymerie, le calcaire à Gryphées arquées, les marnes brunes inférieures, le calcaire à *Gryphæa cymbium*, les marnes supérieures (la superficie du lias est de 23,958 hectares); 4° les terrains oolitiques inférieurs et moyens, savoir: le calcaire à entroques, la terre à foulon, la grande oolite, les argiles d'Oxford, représentées par des calcaires argileux, le coral-rag (ces terrains occupent une superficie de 45,045 hectares); 5° enfin des lambeaux de terrains tertiaires recouvrent certaines parties des plateaux oolitiques, et des alluvions occupent le fond des principales vallées. Je donne dans ma notice la superficie de ces diverses formations, par commune et par canton.

Chapitre II. — Ce chapitre comprend l'exposé des faits concer-

nant l'agriculture. Le granite et le lias sont des terrains des plus imperméables; malgré la pente énorme des vallées granitiques, les ponts, sur les thalwegs des versants de peu d'étendue, n'ont pas moins de $0^m,50$ de surface de débouché par kilomètre carré de versants; dans le lias, le débouché est de $1^m,50$. Les terrains oolitiques, surtout ceux de l'oolithe inférieure, sont au contraire très perméables. Les débouchés mouillés des petits ponts sont à peine de $0^m,01$, par kilomètre carré de versants. Maintenant, dans la construction des routes neuves, je supprime complétement les ponceaux dans l'oolithe inférieure, et je franchis les thalwegs en remblai sans ménager aucun moyen d'écoulement aux eaux pluviales. On trouvera de grands développements sur les propriétés des sous-sols, qui sont fondamentales, comme on va le voir, dans mon mémoire publié dans le IVe volume du *Bulletin*, p. 328. L'imperméabilité du granite et du lias est aussi démontrée par le grand nombre de ruisseaux qui sillonnent ces terrains. Ainsi, dans l'arrondissement d'Avallon, je donne la nomenclature d'une soixantaine de petits torrents presque à sec en été, mais s'enflant subitement à la suite des grandes pluies. Dans les terrains oolitiques, dont la surface est presque égale à celle des deux autres formations réunies, il n'existe que quatre ruisseaux, tous alimentés par des sources abondantes, et dont l'un se perd à quelque distance de la source; le reste de la superficie de ces terrains est occupé par un grand nombre de vallées où il ne coule jamais d'eau, et qui, pour la plupart, sont cultivées même dans l'emplacement de leur thalweg. J'indique l'emplacement des diverses régions de sources de l'arrondissement, dont les plus abondantes se trouvent naturellement à la jonction des terrains perméables et imperméables, c'est-à-dire au contact du lias et des terrains oolitiques et au fond des vallées oolitiques. De cette propriété remarquable des terrains de l'arrondissement, il résulte que les prairies naturelles sont très inégalement réparties dans les diverses formations. Comme elles ne peuvent exister que dans les terrains frais et humides, leur culture est très développée dans les terrains imperméables. On les trouve partout dans le granite et le lias, sur les coteaux comme dans le fond des vallées. Elles occupent le dixième de la superficie du granite, le cinquième de celle du lias. Dans les terrains perméables, elles ne peuvent végéter que dans la partie plate du fond des vallées, au bord des cours d'eau. Cette loi est sans exceptions, non seulement dans l'arrondissement d'Avallon, mais même dans tout le bassin de la Seine en amont de Paris. La zone très restreinte occupée par les prairies dans les terrains per-

méables réduit cette culture au centième de la surface des terrains oolitiques. Ainsi, tandis qu'il existe 6,959 hectares de prés dans le granite et le lias, on n'en trouve que 405 hectares dans la formation oolitique. La composition géologique du sous-sol a une assez grande influence sur la nature et la qualité des produits des prairies. Il arrive souvent que celles des granites soient tourbeuses, mais même lorsqu'elles sont parfaitement saines, elles ne donnent que des foins de qualité médiocre, qui ne sont point admis dans le commerce. Ils ne conviennent point aux chevaux ; mais ils sont propres à l'élève des bœufs et non à leur engrais. M. Durocher a fait la même observation dans les schistes de la Bretagne : « Les » bestiaux maigres de la Bretagne, dit-il, n'arrivent aux marchés » des environs de Paris qu'après avoir été engraissés dans les her- » bages du Calvados. » (Voir le tome VI du *Bulletin*, 2e série, p. 36.) Les fourrages des prairies du lias sont d'excellente qualité. Ils conviennent aussi bien aux chevaux qu'aux bœufs. Il existe dans cette formation d'excellents pâturages destinés à l'engrais des bœufs, et auxquels on donne dans le pays le nom de « prés d'embauche. » Tous les bœufs engraissés dans le Nivernais sortent des prés du lias. L'industrie des embauches est peu développée dans l'arrondissement d'Avallon. Je ferai voir, dans une prochaine notice, que toutes les prairies du bassin de la Seine et de la Normandie destinées à l'engrais des bœufs appartiennent à des formations argileuses imperméables. Les prairies à sous-sol oolitique, ou plutôt d'alluvion, de l'arrondissement d'Avallon, ne conviennent point à l'engrais des bœufs, bien que les fourrages qu'elles produisent soient de bonne qualité.

Culture des céréales. — La culture des céréales et des prairies artificielles occupe dans l'arrondissement une surface de 54,054 hectares. Ici la nature du sol exerce une influence compliquée que je vais chercher à faire ressortir. Le granite ne produit point de blé, mais seulement du seigle, de l'avoine et du sarrasin. Si le sous-sol du granite est imperméable, le sol, au contraire, formé en grande partie des détritus de cette roche décomposée, est très perméable. Il résulte de là, qu'en hiver les eaux pluviales, retenues par l'imperméabilité du sous-sol, restent dans la couche superficielle, qu'elles soulèvent à chaque gelée. Les racines du blé ne peuvent résister à cette action mécanique ; l'absence de l'élément calcaire est aussi très probablement un des obstacles qui s'opposent à la culture du blé. Cependant, dans une des communes à sous-sol granitique de l'arrondissement où la couche de terre végétale est épaisse et où l'influence de l'eau se fait moins sentir, on cultive très bien le blé.

On donne le nom de terres morveuses, terres qui crachent, aux terrains de granite qui se soulèvent par la gelée. Le lias proprement dit, qui forme des plateaux très étendus, presque toujours couronnés par le calcaire à Gryphées arquées, est très fertile et très propre à la culture du blé. Les marnes brunes, supérieures au calcaire à Gryphées arquées, forment des collines à pentes douces dont les flancs imperméables sont sans cesse amaigris par le passage des eaux pluviales : elles sont donc bien moins fertiles que les plateaux du lias proprement dit. Ainsi, tandis que les cultures dans les terres du calcaire à Gryphées arquées donnent 20 hectolitres de blé à l'hectare, en moyenne, la culture des marnes brunes en donne à peine 12. Les terrains oolitiques sont bien moins fertiles que le lias, presque toujours parce que la couche de terre végétale y est trop mince. Dans le lias, les terres de 4e et 5e classe et les friches, qu'on peut considérer comme improductives, n'occupent que 675 hectares ; dans les terrains oolitiques elles occupent 15,687 hectares, c'est-à-dire plus du tiers de la formation. J'examine ensuite la question de la production des engrais. Cette production est presque nulle dans les granites, parce que le bétail est presque toujours hors de l'étable et reste en permanence dans les pâtures. Dans le lias et les terrains oolitiques elle est plus considérable, bien que beaucoup trop faible encore, par suite de la déplorable habitude qu'on a de faire manger la paille l'hiver.

Des prairies artificielles. — Le trèfle réussit dans toutes les formations, mais principalement dans les bonnes terres du lias. La luzerne ne réussit pas dans les plateaux du lias proprement dit, où ses pivots rencontrent trop vite les dalles du calcaire à Gryphées arquées ; elle végète très bien, au contraire, dans les marnes brunes les plus maigres et dans les bonnes terres oolitiques. Le sainfoin a fait la fortune des cultivateurs dans les terrains oolitiques ; il remplace souvent toutes les autres prairies. Tout le monde sait que les animaux ruminants peuvent manger impunément cette plante fourragère sur pied, tandis que dans les trèfles et les luzernes ils éprouvent promptement le phénomène de la météorisation. La culture du sainfoin permet donc de tirer parti des terres oolitiques les plus mauvaises. Lorsque sa tige ne s'élève pas assez pour qu'on puisse le faucher, il forme encore d'excellentes pâtures qui remplacent jusqu'à un certain point les prairies naturelles. Cette plante manque complétement dans le granite et dans la plus grande étendue du lias.

Des amendements. — Avant la publication de ma notice, on n'avait point fait usage des amendements calcaires dans l'arron-

dissement d'Avallon. La marne n'y existe pas à portée des granites et du lias.

Culture des forêts. — Les forêts sont très inégalement réparties dans les divers terrains de l'arrondissement. Tandis que dans le lias il n'existe que 847 hectares de bois, on en trouve 9,961 hectares dans le granite, et 14,543 dans les terrains oolitiques. Le déboisement du lias ne doit point être attribué à une inaptitude de ce terrain à ce genre de culture. Les bois du lias sont, au contraire, les plus beaux de l'arrondissement : le nom latin d'Époisses (*Spissæ*), bourg de l'arrondissement de Sémur, qui repose sur le lias, était dû sans doute à la beauté des forêts qui l'entouraient autrefois. Le déboisement de cette partie de la Bourgogne doit être attribué uniquement à la fertilité du sol et au parti beaucoup meilleur qu'on peut en tirer en la livrant à d'autres cultures.

Culture de la vigne. — La culture de la vigne occupe environ 3,437 hectares de terrain qui se partagent à peu près par parties égales entre les marnes brunes et les terrains oolitiques. Il n'existe que 18 hectares de vigne dans les granites qui sont absolument impropres à cette culture sous la latitude d'Avallon et à l'altitude de 250 mètres, tandis qu'à cette hauteur les marnes brunes donnent encore de bons vins. La plupart des vignes des marnes brunes de l'arrondissement sont comprises entre les cotes de 200 et 250 mètres. Dans une discussion au sujet d'un mémoire de M. Thurmann, présenté à la Société géologique le 21 janvier 1850, M. Rivière a dit que la vigne ne donnait des produits supérieurs que dans les terrains quartzeux. M. Thurmann a répondu avec raison, dans la séance du 6 mai 1850, que les meilleurs vignobles de France se trouvent dans les calcaires de Franche-Comté, de Bourgogne et de Champagne. Il aurait pu ajouter que, sous la latitude de Paris, les terrains quartzeux des grès verts de la Puisaye, des terrains tertiaires de la Beauce, de la Brie et de toute la banlieue de Paris sont impropres à la culture de la vigne ou ne donnent que des vins détestables. Malgré leur faible altitude sous cette latitude, ces terrains, par cela même qu'ils sont imperméables, et par conséquent très frais, qu'ils conviennent à la culture des prairies, ne conviennent pas à celle de la vigne. Les marnes brunes font seules exception à cette règle ; mais il suffit du plus léger examen de cette formation pour reconnaître qu'elle ne peut nullement se comparer sous le rapport de la fraîcheur du sol aux autres terrains imperméables du bassin de la Seine ; elle est d'ailleurs fortement réchauffée par les éboulis calcaires de l'oolite inférieure qui la couronne presque toujours. Lorsqu'on descend vers le Midi, les terrains

perméables calcaires deviennent trop brûlants pour la vigne, et les bons vins de Condrieux et de l'Hermitage se récoltent dans les granites des bords du Rhône. Il est certain que ces terrains sont beaucoup plus frais que les autres, car, aux abords de Vienne, on voit les prairies s'élever sur les flancs des coteaux granitiques, tandis que les collines de calcaires ou de gravier sont toujours arides. Plus au midi encore, entre Montpellier et la Méditerranée, les bonnes vignes poussent dans des plaines d'alluvion presque humides (1). Enfin, dans quelques localités d'Espagne, on arrose la vigne (2). On peut conclure de là que plus la vigne qui, dans le Midi, peut supporter l'irrigation, remonte vers le Nord, plus elle exige des terrains secs et par conséquent perméables ; cela explique très bien pourquoi, un peu au nord de Mâcon, on ne trouve plus de très bons vins que dans les calcaires. Je ne veux pas dire cependant que la composition chimique du sol soit sans action sur les produits de cette plante ; j'ai indiqué (voir tome IV du *Bulletin*, 2e série, page 358) la singulière différence qui existe entre les vins des bons crus oolitiques de la haute Bourgogne, d'Auxerre, de Riceys, de Tonnerre, et ceux des marnes brunes. Ces derniers, forts, alcooliques presque autant que les vins du Midi, manquent toujours du bouquet qui donne tant de charme aux premiers. Le même raisin, le pineau de Bourgogne, cultivé dans les calcaires oolitiques de Nuits et dans les coteaux crayeux d'Épernay, donne dans les deux localités des produits excellents, mais qui ne peuvent se comparer sous aucun rapport.

Population. — La population de l'arrondissement d'Avallon est d'environ 50 individus par 100 hectares, et, chose bizarre, les terrains les plus riches et les plus fertiles sont de beaucoup les moins peuplés. Ainsi, les communes de Cisery, Saint-André, Seceaux, Trévilly, qui occupent un excellent plateau du lias, ne renferment que 27 habitants par 100 hectares. Ce fait singulier s'explique par la difficulté des communications et la rareté de l'eau sur les plateaux liasiques imperméables. Les populations sont, en effet, remar-

---

(1) On trouve aussi des vignes sur les alluvions de l'Yonne, de la Seine et de la Marne ; mais il n'y a certes aucune comparaison à établir entre les détestables produits qu'elles donnent et les excellents vins de Lunel et de Frontignan.

(2) Jaubert de Passa, *Voyage en Espagne*, t. II, p. 211. — M. Jaubert de Passa ajoute, à la vérité, que l'irrigation augmente la quantité au détriment de la qualité, mais le fait n'en paraîtra pas moins extraordinaire à un habitant de la Bourgogne.

quablement concentrées à la limite du lias et de l'oolite, où se trouve une très belle ligne de sources et où les chemins sont plus solides.

Des habitations. — Dans les granites, les maisons sont couvertes de chaume et très écartées les unes des autres, sans doute par crainte des incendies. Dans la formation oolitique, les maisons sont couvertes d'une pierre calcaire plate nommée lave, qui rend la communication du feu d'un toit à l'autre presque impossible : elles sont entassées les unes sur les autres comme dans les anciens quartiers des grandes villes.

Des animaux domestiques. — Dans le granite, où les fourrages conviennent peu aux chevaux, la culture n'emploie, pour ainsi dire, que des bœufs. On ne compte, dans le Morvan avallonnais, qu'un demi-cheval par 100 hectares, tandis que la même superficie de terrain nourrit 18 bœufs 1/2. Les terres grasses du lias craignent le piétinement des bœufs et les fourrages conviennent bien aux chevaux. On abandonne donc les bœufs pour les chevaux. On compte par 100 hectares 8 chevaux et 4 bœufs. Le sol léger de l'oolite permet toute espèce d'attelage ; on emploie les bœufs, les chevaux, et mêmes les ânes et les mulets qui manquent absolument aux autres formations. On y trouve par 100 hectares 3 chevaux, 6 bœufs, 4 ânes et 2 mulets. Je donne une statistique complète des autres animaux domestiques, et je fais voir que chaque espèce a une raison d'être dans chaque formation. Ainsi le mouton, qu'on élève presque sans soins sur l'oolite, exige les plus grandes précautions dans les deux autres formations, dont les herbes trop aqueuses engendrent rapidement la pourriture, etc.

Chapitre III. — Dans ce chapitre, je cherche à déterminer le système d'exploitation agricole le plus convenable dans chaque formation, en me basant sur les faits exposés ci-dessus. Ainsi, pour les granites où les céréales réussissent mal, où les eaux sont abondantes, je conseille de développer la culture des prairies. Dans le lias, au contraire, où les céréales donnent de bons produits, où les prairies couvrent déjà la cinquième partie du sol, je démontre qu'il n'y aurait aucun avantage à créer des prés nouveaux. Comme ce terrain, en raison de son imperméabilité, manque de sources, et qu'en été les prairies et le bétail souffrent beaucoup de la sécheresse, j'ai fait l'étude complète d'un projet de réservoir situé dans une vallée granitique qui contiendrait plus de dix millions de mètres cubes d'eau, et qui permettrait d'arroser les prairies de la plupart des plateaux liasiques. L'emplacement de ce réservoir et le tracé de la rigole sont indiqués en rouge sur la carte.

Dans la formation oolitique, où il n'est pas possible d'avoir de l'eau, et par conséquent de créer des prairies, où les céréales ne donneront jamais que des produits médiocres, je conseille aux Avallonnais de suivre l'exemple de leurs voisins de Châtillon-sur-Seine qui ont plus que doublé la valeur de leurs terres oolitiques en y introduisant les plus belles races de moutons mérinos et en cultivant, sur une grande échelle, toutes les prairies artificielles, et notamment le sainfoin. J'indique les meilleurs assolements à suivre dans chaque formation, en me basant sur des observations faites chez les cultivateurs les plus intelligents dont les propriétés reposent sur le même sous-sol. C'est surtout sous ce rapport que les études géologiques sont d'un grand secours à l'agriculture. En effet, un système agricole qui donne de bons résultats dans une localité ne peut s'appliquer dans une autre que si le sol se présente dans des conditions identiques. Or, c'est ce qui a presque toujours lieu dans une même formation sur d'assez grandes étendues. Les méthodes éprouvées peuvent donc s'y répandre avec la certitude du succès : c'est ce que démontrent les deux exemples suivants. On sait que dans le Nivernais, le pays de Bray, la basse Normandie, l'engrais des bœufs réussit très bien dans les prés argileux ou argilo-sableux du lias, des grès verts, des argiles de Dives, etc. On pourra avec certitude de succès introduire la même industrie dans les prairies du lias avallonnais ou des grès verts de la Puisaye, dès qu'on ne pourra plus utiliser autrement les fourrages qui en proviennent. Dans les environs de Cambrai, le sous-sol crayeux cause une sorte de drainage naturel sur les terres argilo-sableuses, ce qui permet de les aborder en tout temps avec la charrue, et de les tenir dans un état d'ameublissement parfait. Dans le lias, le même système ne peut s'appliquer, parce qu'en raison de l'imperméabilité du sous-sol, les terres cessent d'être labourables après les pluies prolongées, et surtout parce que le sol, s'il était ameubli comme dans le Nord, serait raviné par les eaux pluviales qui coulent à sa surface. Je pourrais multiplier ces exemples qui donnent une grande importance à la géologie agricole. Il ne sera plus possible bientôt d'écrire un traité d'agriculture sans tenir grand compte des faits géologiques.

Des amendements calcaires. — Tout le monde connaît aujourd'hui l'action énergique des amendements alcalins sur la végétation de certaines plantes. Les travaux de MM. Puvis, Boubée, les observations de M. Durocher en Bretagne, ne peuvent laisser aucun doute à cet égard. M. Delesse, dans la séance de la Société géologique du 21 janvier 1850, a cité les analyses de MM. Liebig,

Bischoff et Berthier, qui tendraient à diminuer l'importance du rôle que les matières alcalines jouent dans la végétation ; et, en effet, il est très extraordinaire de voir des arbres, dont la cendre contient tant de chaux et de potasse, pousser avec une vigueur étonnante dans des formations où l'analyse chimique ne constate pas trace de ces alcalis : par exemple, dans les grès verts, qui paraissent être les terrains du bassin de la Seine les plus favorables à la culture du bois. Un sylviculteur distingué, M. Gallois, ancien président du tribunal d'Auxerre, m'assurait même qu'en marnant ces terrains on les rendait impropres à la végétation sylvestre pendant plusieurs années. Mais pour les céréales il n'en est pas de même ; la récolte d'un champ qui ne renferme pas d'éléments calcaires peut présenter la même composition chimique que celle d'un terrain où les principes alcalins se trouvent en proportion suffisante, mais elle sera bien moins abondante ; la paille sera plus grêle et le grain plus mal nourri (1). C'est ce que M. Puvis a démontré surabondamment. Tout le monde connaît le merveilleux effet de la marne sur les terres argileuses de la Brie. Sur les plateaux tertiaires de la Puisaye, le marnage a plus que décuplé les produits de la terre. J'ai donc dû étudier la question des amendements avec d'autant plus de soin que dans l'arrondissement d'Avallon on ne s'en était jamais occupé. J'ai fait de toutes les terres de l'arrondissement, non point une analyse, mais simplement un essai par les acides. J'ai constaté ainsi que les carbonates manquaient complétement : 1° dans les terres granitiques ; 2° dans les grès du lias ; 3° dans la couche superficielle des marnes brunes du lias ; 4° dans la couche superficielle des plateaux liasiques, lorsque la terre est de couleur brune. Ce dernier fait est d'autant plus extraordinaire que la couche de terre végétale des plateaux du lias est assez mince et qu'elle repose sur les bancs du calcaire à Gryphées arquées. La chaux, dans ces terres, qui sont toujours de bonne qualité, existe probablement combinée avec des acides végétaux qui ne donnent point d'effervescence avec les acides. C'est ce que semble indiquer la couleur brune du sol. J'indique

---

(1) Il ne faut pas croire cependant que toutes les terres où manque l'élément calcaire soient mauvaises. On en trouve dans le lias d'excellentes, où les acides ne produisent aucune effervescence ; mais le chaulage les rend bien plus fertiles encore (voy. la note P de ma notice). Ces terres ne doivent pas être confondues avec les terres brunes dont je parle plus loin. Leur couleur pâle semble indiquer l'absence de combinaison de la chaux avec des acides végétaux.

dans ma notice les meilleurs méthodes suivies pour l'emploi de la chaux, les points où devront être pris les calcaires et le combustible dans chaque localité. Depuis la publication de mon travail, deux agriculteurs ont fait usage de la chaux avec un plein succès. L'un d'eux, après un premier essai (1), a construit un four à chaux. Je suis convaincu que cet exemple sera généralement suivi avant peu d'années, surtout dans les marnes brunes, où la chaux agira, non seulement comme moyen d'amendement, mais encore comme divisant.

Chapitre IV. — Dans ce chapitre, je cherche à résoudre ces trois questions : 1° obstacles à opposer au ravinement des terres ; 2° mise en valeur des terrains improductifs ; 3° reboisement des montagnes. Ces trois questions n'ont jamais été étudiées dans l'arrondissement, bien que la moitié de sa superficie soit journellement ravagée par les eaux pluviales, que le quart de cette superficie soit improductive, et qu'il existe beaucoup de terrains à reboiser. Je fais voir que pour chaque formation il existe une solution différente. Ainsi dans les granites, le principal obstacle à opposer au ravinement des terres est le reboisement et la culture des prairies ; dans le lias, la terre a trop de valeur pour permettre le reboisement, et la culture des prairies ne serait, dans la plupart des cas, qu'une opération financière médiocre. On doit changer la direction des labours en coupant, sous un angle très rapproché d'un angle droit, les lignes de plus grande pente ; on diminuera ainsi notablement la vitesse de l'eau et par conséquent l'érosion du sol. Pour ce qui concerne le reboisement, j'indique les essences qui paraissent le mieux convenir à chaque formation, et je donne le détail des dépenses qu'exige le reboisement d'un hectare. Enfin je termine ma notice par une nomenclature complète des carrières de l'arrondissement et par des notes justificatives très étendues.

J'ai cru devoir présenter avec détail cette analyse de ma notice, parce que je suis convaincu que les études géologico-agronomiques

---

(1) Voici comment cet essai a été fait : On a chaulé une surface de 13 ares dans un champ de 5 hectares environ d'excellente qualité, où j'avais constaté l'absence de calcaire, et l'on a semé le tout en avoine. Avant la récolte, le propriétaire nous pria, un de ses amis et moi, de visiter ce champ, et de déterminer l'emplacement chaulé. Il était impossible de s'y tromper ; l'avoine, dans cette partie, s'élevait considérablement au-dessus du reste de la récolte. Plus tard on constata que le terrain chaulé avait donné 7 décalitres de grain par are, tandis que le reste du champ n'avait pas produit plus de 4 décalitres, ce qui est déjà un très beau résultat.

ont une grande importance qui n'est peut-être pas encore suffisamment comprise. M. de Caumont a le premier donné l'exemple d'un travail de ce genre dans le Calvados; mais cet exemple a été bien peu suivi jusqu'à ce jour.

Après cette communication M. Raulin lit le mémoire suivant :

Sur le terrain crétacé moyen du département de l'Yonne, par V. Raulin.

Le département de l'Yonne renferme, comme on sait, la série complète des terrains jurassique et crétacé. Chacun d'eux présente dans sa partie moyenne des assises sur les rapports desquelles les géologues ne sont pas d'accord faute d'études suffisantes. Chargé de l'achèvement de la carte géologique commencée par M. Leymerie, nous avons dû nécessairement essayer de résoudre les difficultés qui se présentaient. Nous ne nous occuperons dans cette note que du terrain crétacé, réservant pour une seconde communication ce qui est relatif au terrain jurassique.

Nous comprenons avec M. Leymerie, sous la dénomination de *terrain crétacé moyen*, les couches situées entre le terrain néocomien et la craie inférieure. Dans le département de l'Yonne, cette division forme une bande qui court du N.-E. au S.-O., d'Ervy à Saint-Amand-en-Puisaye, et qui possède une largeur moyenne dépassant parfois un myriamètre. Examinée aux deux extrémités de la bande, dans les environs de Saint-Florentin et autour de Saint-Sauveur-en-Puisaye, cette division présente deux facies très différents : au N.-E. ce sont des argiles et des sables verts ou gris ; au S.-O. il n'y a que des sables jaunes ou rougeâtres, avec quelques argiles de même couleur, excepté à la base où elles sont noirâtres. La couleur verte et de nombreux fossiles caractéristiques ont toujours fait ranger l'extrémité orientale de la bande à sa véritable place, dans le *green sand;* la couleur rouge et l'extrême rareté des fossiles ont, au contraire, toujours porté les géologues à assimiler aux dépôts wealdiens les parties médiane et occidentale de la bande.

La première année de nos explorations dans l'Yonne, en 1846, nous nous occupâmes spécialement du terrain jurassique de l'arrondissement de Tonnerre ; nous traversâmes ensuite si rapidement la partie occidentale, désignée sous le nom de Puisaye, que nous

ne pûmes que constater la couleur de ses sables et leur position entre les argiles à lumachelles du terrain néocomien et la craie marneuse à Ammonites. En 1847, nous étudiâmes la partie orientale de l'arrondissement d'Auxerre; après avoir visité le 21 septembre les alentours de Gurgy et de Seignelay avec MM. Ricordeau et Rathier, nous n'hésitâmes guère, en montant le lendemain avec ce dernier sur le Thureau-Saint-Denis, à croire que les sables jaunes avec grès ferrugineux qui le terminent ne sont qu'un facies particulier du *green sand* supérieur. En 1848, nos explorations nous ayant amené sur la rive gauche de l'Yonne, nous acquîmes, le 21 septembre, la certitude que nous avions bien auguré de la position des sables rouges de la Puisaye, en trouvant à la tuilerie de Bâle, au N.-E. de Parly, dans des argiles noires placées à la base de ces sables, un fossile des plus caractéristiques, l'*Ammonites monile*. Quelques jours après (le 25) nous eûmes la satisfaction de voir notre opinion corroborée par celle tout à fait identique que s'était faite depuis plusieurs années le docteur Robineau-Desvoidy, après qu'il eut trouvé à force de recherches, dans cette même assise argileuse, plusieurs espèces très caractéristiques du gault au pied même du Thureau de Saint-Sauveur (1).

M. Robineau-Desvoidy ayant envoyé récemment à la Société des sciences de l'Yonne un mémoire sur les sables de la Puisaye, destiné à son *Bulletin*, nous pensons qu'il ne sera peut-être pas inopportun de donner actuellement à la Société géologique un aperçu de la constitution du terrain crétacé moyen dans le département de l'Yonne. Nous compléterons ainsi son travail en démontrant de quelles assises orientales les sables de la Puisaye se trouvent être le prolongement occidental.

Pour cette étude détaillée, nous diviserons la bande en autant de sections qu'il y a de coupures opérées par les grandes et moyennes vallées qui la traversent. Celles-ci étant au nombre

---

(1) A la réunion extraordinaire d'Avallon, dans la séance du 19 septembre 1845 (*Bull.*, 2e sér., t. II, p. 697), M. Robineau-Desvoidy avait déjà dit « qu'en Puisaye les sables et grès ferrugineux forment » un terrain particulier entre l'Yonne et la Loire; qu'ils reposent tou- » jours sur le gault et le néocomien, etc. » — A la Société entomologique de France, dans la séance du 28 février 1849 (*Ann.*, 2e sér., t. VII, p. 96), le même auteur a dit que « le forage de certains puits » indique en plusieurs endroits une autre nature de terrain qui repose » directement entre ces sables (de Puisaye) et la couche néocomienne. » On l'a désigné sous les noms d'*argile à Plicatules*, de *grès vert*, de » *gault*, et tout récemment sous celui de *terrain albien*. »

de 8, nous aurons nécessairement 9 sections entre deux desquelles nous intercalerons à cause de son extrême importance la description du lit de l'Yonne; chacune des sections ayant en moyenne 1 myriamètre de longueur, il suffira le plus souvent d'une seule coupe dans la partie moyenne.

Ces sections seront décrites du N.-E. au S.-O. dans l'ordre suivant :

1. Au N. de l'Armançon.
2. Entre l'Armançon et le Serain.
3. Entre le Serain et l'Yonne.
   Lit de l'Yonne.
4. Entre l'Yonne et le Ravillon.
5. Entre le Ravillon et le Tholon.
6. Entre le Tholon et l'Ouanne.
7. Entre l'Ouanne et le Branlin.
8. Entre le Branlin et le Loing.
9. Entre le Loing et la Vrille.

1° *Au N. de l'Armançon.* — En avant du plateau tertiaire et crayeux de la forêt d'Othe se trouve la colline de Saint-Florentin qui atteint 194 mètres d'altitude, et qui présente sur son bord des carrières dans lesquelles on tire une craie légèrement grisâtre, en bancs de 1 mètre, avec *Nautilus elegans*, *Ammonites varians*, *Turrilites costatus*, *Ostrea carinata*, *Inoceramus cuneiformis*, *Spatangus subglobosus*, *Scyphia*, etc. Au-dessous il y a une craie marneuse friable grisâtre, qui descend jusqu'aux premières maisons de Saint-Florentin; l'ensemble a plus de 50 mètres d'épaisseur. La ville est sur des marnes gris verdâtre et des sables argileux verts qui ont plusieurs mètres et retiennent les eaux. Au-dessous, à 135 mètres d'altitude environ, la coupure de la nouvelle route et une sablière montrent sur plus de 10 mètres des sables vert jaunâtre, assez purs, avec quelques lits de grès grossier, de même couleur.

Si de Saint-Florentin on se dirige au N.-E., on voit les sables et grès prendre des teintes vertes plus prononcées, et à 3 kilomètres, aux Buissons et aux Drillons, on trouve une carrière qui montre la coupe suivante :

	Mètres.
Argile grise renfermant un lit très riche en fossiles bien conservés (*Ammonites monile*, *dentatus*, *Inoceramus concentricus*, etc.).	2,50
Sable argileux, grossier, vert, avec quelques fossiles.	3,00
Grès calcarifère vert, en lits ou bancs irréguliers de $0^m,12$ à $0^m,50$, exploité pour dalles et moellon. .	1,50

En remontant la vallée de l'Armance pour se rapprocher d'Ervy, on voit les sables et argiles prendre de plus en plus le facies habituel du département de l'Aube. Des argiles qui prédominent dans la partie inférieure forment le plateau entre l'Armance et l'Armançon, de Germigny à Flogny. En approchant de ce dernier bourg, on voit par-dessous les argiles grises à *Exogyra sinuata*, qui sont extraites sur 3m,50 d'épaisseur à la tuilerie des Grands-Hauts-Bois : ces argiles de Butteaux à Marolles reposent sur les argiles et sables bigarrés du terrain néocomien ; au-dessous viennent successivement les argiles à lumachelles et le calcaire à Spatangues.

Si de Saint-Florentin on descend au contraire l'Armançon au S.-O., on voit les sables et grès qui supportent la ville constituer le bas plateau qui est bordé par le canal; à 4 kilomètres, se trouvent les carrières de Frécambault, de 5 à 6 mètres au-dessus du canal, à l'altitude de 110 mètres ; on y voit la coupe suivante :

	Mètres.
Sable grossier jaune verdâtre, parfois un peu solidifié et donnant des grès schistoïdes irréguliers. . . .	2-4,00
Grès quartzeux, grossier, grisâtre ou jaune, irrégulièrement stratifié, à lits obliques, avec *Rostellaria*, *Ostrea*, *Inoceramus concentricus*, lignite, etc., exploité pour pavé et moellon.	2,00

2° *Entre l'Armançon et le Serain.* — Le plateau qui s'étend de Cheny à Mont-Saint-Sulpice est formé par la craie : les parties les plus supérieures blanches donnent du moellon et de la taille à Ormoy, et renferment des Inocérames et des lits de rognons très allongés de silex grisâtre de 0m,1 d'épaisseur, espacés de 0m,7 à 1 mètre. A Mont-Saint-Sulpice des couches plus inférieures renferment peu de silex ; on descend sur une craie marneuse grisâtre, et l'on arrive vite sur les sables jaunes un peu rougeâtres, avec des parties rose foncé, qui s'élèvent à 172 mètres au sommet occidental de la forêt de Pontigny. De là on descend aux tuileries de Rebourceaux, qui tirent à 25 mètres plus bas des argiles sableuses jaune verdâtre, à parties roses, avec *Inoceramus concentricus*. Par-dessous on voit sur environ 30 mètres de beaux sables micacés, d'abord jaune rougeâtre avec quelques grès grossiers jaunes, puis blanc verdâtre à veines jaunes, tirés sur 3 mètres au bord de la prairie de Vergigny. Le sommet oriental de la forêt, à 177 mètres d'altitude, est formé par les sables jaune rougeâtre précédents; à 25 mètres au-dessous, à Lordonnois, on tire sur 3 mètres une argile grise plus épaisse, qui repose sur un sable vert jaunâtre un peu solidifié.

En allant à Saint-Florentin, on passe sur une butte qui atteint

160 mètres, et qui présente de beaux sables jaunes de 10 mètres d'épaisseur, reposant sur les argiles grises de la tuilerie qui sont assez épaisses; le reste de la descente est formé par des sables jaunes ou verdâtres, renfermant au moins deux autres assises argileuses, dont l'inférieure se trouve au coude de la route avant la prairie de Vergigny. La petite colline au N.-E. de ce village présente des sables jaunes qui ont 7 à 8 mètres, et dont la partie inférieure jaune rougeâtre, avec grès très irrégulier, un peu ferrugineux, repose au ruisseau de la Métairie des Renards sur des argiles grises qui se voient dans une excavation.

En descendant de Lordonnois au S., on voit des sables jaune rougeâtre, devenant, par places, verdâtres et argileux. Dans la partie basse de la forêt, il y a un sable très vert. Un peu plus bas on tire sur 2 mètres une argile grisâtre (sans *Exogyra sinuata*), qui repose sur les argiles et sables blancs et roses bigarrés, qui portent les Prés-du-Bois; au-dessous, en allant à Ligny-le-Châtel, on voit successivement les argiles à lumachelles et le calcaire jaune néocomien.

3° *Entre le Serain et l'Yonne.* — La craie n'existe que sur un seul point, au sommet de la colline qui est à l'O. de Seignelay et qui atteint seulement 149 mètres. Les carrières de 6 mètres de profondeur, qui sont au sommet, montrent une craie grisâtre avec quelques silex gris et des fossiles assez nombreux (*Ammonites varians*, *Inoceramus cuneiformis*, *Spatangus subglobosus*). Au-dessous, le sol, sur 6 à 7 mètres de hauteur, est formé par des marnes grises reposant sur des sables verts qui constituent la partie inférieure de cette colline, et qui se montrent aussi dans la grande rue de Seignelay. La colline du Petit-Parc présente à son sommet, qui atteint 194 mètres, des sables jaune brunâtre; le petit plateau au S.-O. est formé par des sables jaunes avec des grès ferrugineux à grains fins ou grossiers en lits de $0^m,05$ à $0^m,08$ exploités. Au-dessous viennent des sables vert jaunâtre qui ont une grande épaisseur. Des alternances de sables plus ou moins argileux, jaunes, jaune verdâtre ou verts, avec rares nodules et fragments de grès ferrugineux et quelques argiles gris verdâtre, se poursuivent dans les champs et les bois qui sont au S. de Héry. Plus bas, à la sortie de ce village, la coupure de la route montre des sables vert noirâtre de 4 mètres d'épaisseur; par-dessous, à la tuilerie qui est dans la dépression avant Ronvray, il y a des argiles grises, vertes et violacées avec plaquettes ferrugineuses et *Exogyra sinuata;* un puits de 13 mètres creusé près des fosses a traversé des argiles grises et s'est arrêté dans des argiles noires, à polypiers, *Ostrea ma-*

croptera, *Exogyra sinuata*, *Terebratula Astieriana*, etc. A Rouvray, qui est plus élevé, on retrouve les sables argileux verts qui deviennent presque noirs sous l'église, et en descendant on revoit successivement les argiles grises, les sables jaunes et blancs à nodules ferrugineux, et enfin les argiles à lumachelles exploitées dans le lit du grand Ru, au bas de Venouse.

A 1 myriamètre au S.-E. de Seignelay, se trouve entre Villeneuve-Saint-Salve et Bleigny-le-Carreau le Thureau Saint-Denis, qui atteint 298 mètres; il est formé supérieurement par des sables jaune rougeâtre, renfermant de gros blocs et des fragments superficiels de grès ferrugineux brun fin ou grossier, et de fer hydroxydé arénifère. Au-dessous, à l'O., sur la route d'Auxerre à Saint-Florentin, viennent des sables argileux vert foncé, qui ont 10 mètres d'épaisseur et qui renferment supérieurement des nodules ferrugineux, et inférieurement des coquilles très friables (*Arca?*), puis des argiles gris verdâtre clair, des sables jaune verdâtre, et enfin des sables et argiles jaunes, rouges, violets et blancs, reposant sur les argiles à lumachelles qui forment tout le vallon du Buisson. A l'E., les sables jaune rougeâtre descendent fort bas; par-dessous on tire des sables argileux verts et jaune verdâtre près d'un grand abreuvoir, dont les eaux sont retenues par des argiles grises reposant sur les sables et argiles micacés, blancs, jaunes et violets, qui portent Bleigny-le-Carreau. Un peu plus bas, se voient les deux autres assises du terrain néocomien.

Au S. du Petit-Parc de Seignelay se trouve la colline de Pien, qui se prolonge en une colline de 220 mètres d'altitude, désignée par erreur sous le nom de Thureau du Bard, et va se rattacher au véritable Thureau du Bard, situé entre Jonche et la Borde. Cette dernière colline est formée par des sables jaune rougeâtre micacés, très beaux, renfermant près du sommet des grès ferrugineux à grains moyens, à parties brunes très ferrugineuses, exploités pour moellons et pour les routes. Des éboulis masquent les couches inférieures jusqu'aux sables bigarrés néocomiens. La colline qui atteint 220 mètres est constituée de même; mais la colline de Pien, qui n'atteint que 163 mètres, ne présente de sables jaune rougeâtre avec quelques grès qu'à son sommet; dès qu'on descend à l'Eteau ou à Sougères, on trouve des sables jaune verdâtre, puis vert jaunâtre, qui à 115 mètres d'altitude environ reposent sur des argiles, d'abord jaunes, à *Plicatula radiola*, puis grises, à *Exogyra sinuata*, *Terebratula Astieriana* et *Sella*, etc. (ces dernières se voient bien aussi entre les Archis et Jonche, au pied occidental du Thureau du Bard). Au-dessous, viennent les sables et argiles

bigarrés, blancs, gris et violets, qui ont 10 mètres d'épaisseur, et reposent sur les argiles grises à lumachelles qui se voient à l'Étean, dans le lit de l'Yonne, et à Sougères.

Lit de l'Yonne. — En descendant d'Auxerre au confluent de l'Armançon on voit dans une petite carrière vis-à-vis des Dumons, sur la rive gauche, les calcaires compactes, appartenant aux dernières assises du terrain jurassique, s'élever à 3-4 mètres au-dessus des basses eaux ; ils doivent par conséquent disparaître peu au-dessous. Dans cette même carrière on tire au-dessus, sur 4 mètres, les calcaires jaunes à *Exogyra subsinuata* en couches irrégulières, de $0^m,15$, séparées par des argiles brunâtres de $0^m,2$ d'épaisseur.

Un peu au-dessous du confluent du Beauches on voit la partie supérieure des argiles avec lumachelles, qui sont tirées au pied de la berge gauche.

A moitié chemin du confluent à l'île Paule, la berge droite montre les argiles sableuses blanches, grises et violettes, bigarrées, avec rognons ferrugineux à la partie supérieure.

Pendant 200 mètres au-dessus de l'île Paule se trouvent les argiles noires avec *Ammonites Nisus*, *Deshayesi*, *Exogyra sinuata*, *Plicatula radiola*, etc.

Immédiatement au-dessous du gué de Gurgy, il y a, pendant environ 200 mètres, des couches d'argiles noires, un peu sableuses et pyriteuses, dont l'ensemble, visible sur $1^m,50$, est recouvert par d'autres argiles renfermant des rognons, soit argilo-calcaires, soit pyriteux ou de fer hydroxydé, avec fossiles du gault. Les plus abondants sont les *Inoceramus concentricus*, *Venericardia tenuicosta*, *Ammonites monile*, *regularis*, etc., etc.

Ces différentes assises disparaissent dans le lit de l'Yonne à des altitudes comprises entre 87 et 91 mètres. Nulle assise visible de sables rouges ou jaunes, et épaisse seulement de quelques mètres, n'existe entre les argiles à *Exogyra sinuata* et les argiles noires à *Ammonites monile*. La masse des sables des Thureaux, vert jaunâtre inférieurement et jaune rougeâtre avec grès ferrugineux supérieurement, se trouve constituer les coteaux qui encaissent la plaine de l'Yonne, et qui atteignent au N.-E. 194 mètres dans le Petit-Parc de Seignelay et au S.-O. 197 mètres au Bois-de-Charbuy. Elle a par conséquent une épaisseur de plus de 100 mètres, comme dans la Puisaye.

4° *Entre l'Yonne et le Ravillon.* — La colline de Branches est formée par la craie blanche, au-dessous de laquelle se trouve une craie marneuse grisâtre, puis des marnes grises. Plus bas viennent des sables jaune brunâtre avec quelques gros blocs superfi-

ciels de grès fin jaunâtre ; puis, dans le bois de Champ-Coutan des sables jaunes un peu grossiers, à nombreux fragments de grès ferrugineux. La descente montre des argiles sableuses verdâtres, reposant sur des sables jaune verdâtre qui occupent le fond du vallon du ruisseau de la Biche. Le plateau qui s'étend jusqu'à la vallée du Beauches montre la même succession de couches ; au-dessous, avant la Tête-Noire, les coupures de la route montrent des sables argileux jaunes, puis des argiles sableuses gris verdâtre. En descendant à la prairie on voit des sables argileux jaune brunâtre devenant par places plus argileux, à teintes blanchâtres ou violacées, puis par-dessous des argiles grises, et enfin les argiles jaunes à lumachelles.

Sur la rive droite du Beauches on trouve le calcaire jaune néocomien, puis la succession de couches précédentes en montant à Perrigny. M. Gallois y a trouvé la *Plicatula radiola* et d'autres espèces. Le plateau est formé par des sables jaune rougeâtre qui viennent former le Thureau Saint-Georges, qui atteint 209 mètres. Le sommet montre sur plus de 10 mètres des sables un peu argileux jaunes, à veines blanches, rouges ou violacées, à la partie supérieure desquels on tire pour la route des grès très ferrugineux en lits et rognons fort irréguliers. Au-dessous, sur plusieurs mètres, viennent des terres argileuses grises et jaunes; puis, sur 15 à 20 mètres, des sables argileux verts à grès ferrugineux. Une coupure dans la partie moyenne, à la séparation de la nouvelle route, montre les alternances suivantes :

	Mètres.
Sable argileux gris.	1,0
Sable à lits ferrugineux, endurcis.	0,5
Sable très argileux, gris.	1,0
Sable vert jaunâtre, à lits ferrugineux. . .	0,6
Sable vert.	0,2
Sable vert, à petits regnons durs.	0,1
Sable vert.	0,2
Sable jaune brunâtre.	0,7
Sable vert.	1,0

Les sables verts se continuent devant le château de Saint-Georges ; plus bas un trou à sable au bord de la route montre :

	Mètres.
Sable argileux, jaune, remanié.	1,50
Sable jaune, fin.	1,00
Argile rouge violacée, panachée de gris et de jaune.	1,00
Sable fin, jaune rosâtre, un peu solide.	2,00

Immédiatement au-dessous, dans la grande rue de Saint-Georges, on voit les argiles bigarrées rouges et violettes; puis, dans Grand-Grenon, les argiles jaunes à lumachelles qui ont une grande épaisseur et vont recouvrir les calcaires jaunes, qui sont exploités à quelques mètres au-dessus du Beauleches, sur la rive droite de la vallée.

Un peu plus au S., les sables et argiles bigarrés supportent, près de la tuilerie de Cassoir, des argiles grises, exploitées, dans lesquelles M. Courtaut a trouvé les *Ammonites Nisus* et *Deshayesi*, *Exogyra sinuata*, etc. Cette dernière espèce a été aussi rencontrée abondamment aux Renards, sur la route de Saint-Georges à Charbuy.

5° *Entre le Ravillon et le Tholon.* — La colline qui porte Lindry et Pourrain est formée par la craie. Au-dessus de Lindry on voit, en descendant : une craie blanchâtre solide, massive, avec *Nautilus elegans*, etc., tirée pour moellon; des marnes grises descendant jusqu'à l'église, puis des argiles noirâtres portant la partie basse du village et donnant une grosse source sous l'église, et enfin un sable argileux verdâtre, à gros grains de quartz, renfermant de petits rognons durs. L'ensemble de ces couches a environ 30 mètres d'épaisseur; la dernière, qui a près de 1 mètre, repose directement sur les sables jaunes et rosâtres qui se voient sur au moins 40 mètres d'épaisseur en descendant au moulin de Riot.

A Pourrain, la colline qui atteint 295 mètres est couronnée par des sables argileux, brunâtres, tertiaires, à nombreux silex blonds et gris non roulés. Au-dessous se trouve une craie blanche qui a au moins 20 mètres d'épaisseur; puis une craie un peu marneuse, légèrement grisâtre, à peu près aussi épaisse. Une grande ocrière ouverte derrière le village au N. montre :

	Mètres.
Craie solide, massive, fendillée, légèrement grisâtre. .	6,00
Marne grisâtre.	2,00
Argile noirâtre.	1,00
Ocre jaune.	3,00
Grès ferrugineux, dur ou tendre (caillou).	0,20
Sable grossier, jaune et blanchâtre, visible sur.	1,00

La ligne de jonction des sables et des marnes crayeuses plonge de 45 degrés à l'O. 10° S., mais nous n'avons pas à nous occuper ici de cet accident local. Les sables atteignent environ 240 mètres d'altitude, et dans La Chapelle, à 20 mètres plus bas, il y a des sources. Un peu au-dessous, la route montre des sables verts et vert jaunâtre. La pente douce, de plus de 30 mètres, qui

descend au S.-E., ne montre que des sables jaune fauve qui, à 170 mètres d'altitude, reposent sur les sables et argile rouge bigarrés au-dessous desquels sortent les argiles à lumachelles, à 5 ou 6 mètres au-dessus du Beaulches.

6° *Entre le Tholon et l'Ouanne.* — Le plateau de Beauvoir à Toucy, qui se prolonge au S. par la montagne de la Verrerie, atteint 283 mètres dans le bois du Mont-Chaumont; le sol y est formé par les sables argileux, jaunâtres, tertiaires, à nombreux silex blonds non roulés. En descendant dans un chemin creux, on voit successivement une craie jaunâtre un peu remaniée, des marnes verdâtres, des marnes noirâtres avec quelques lits verts, donnant des sources à Parly, et enfin des argiles sableuses jaunes ayant 1 mètre environ.

L'ensemble de ces assises a 30 mètres d'épaisseur et repose immédiatement sur les sables d'abord grossiers, jaunes, puis fins, diversement colorés en jaunâtre, jaune et jaune rougeâtre, qui forment la colline des Chénons qui atteint 252 mètres. Ces sables se suivent avec les mêmes caractères jusque vers le fond du vallon qui renferme la tuilerie de Bâle. En approchant de celle-ci, on voit, sous des sables rouge brique, des sables verdâtres de plusieurs mètres d'épaisseur, puis un sable argileux, noirâtre, s'élevant de 7 à 8 mètres au-dessus de la tuilerie. La grande fosse qui est au niveau de celle-ci montre la coupe suivante :

	Mètres.
Sable brunâtre, remanié.	1,00
Sable jaune.	1,00
Sable argileux, vert.	1,50
Argile sableuse noire, avec nodules de pyrites et *Ammonites monile*, tirée sur.	3,00

Il y a enfin des sables rouges, probablement néocomiens, dans le fond du vallon et dans la vallée qui est à l'altitude de 146 mètres. Sur ce point, les sables jaune rougeâtre de la Puisaye descendent jusqu'à 165 mètres d'altitude environ; ils ont ainsi près de 90 mètres d'épaisseur, et la base se trouve encore à 10 mètres au-dessus des argiles qui renferment l'*Ammonites monile*.

La colline qui est au-dessus de Diges, et qui s'élève à 274 mètres, montre, à partir du sommet, la succession de couches suivantes :

Sables jaune rougeâtre, présentant à leur sommet quelques bancs de $0^m,1$ à $0^m,3$ de grès brun jaunâtre, à grains fins ou grossiers, avec de petits cailloux de quartz; ils ont environ 15 mètres d'épaisseur.

Argiles sableuses, blanchâtres et jaunes, ayant une épaisseur fort inégale de quelques mètres.
Sables jaune brunâtre, assez purs, à grains fins, ayant environ 20 mètres.
Sables verdâtres, un peu argileux. . . . .
Argiles grises. . . . . .
Sables verdâtres, argileux, portant l'église de Diges. . . . . .
Argiles grises, à petits cristaux de gypse. . .
} Cet ensemble a environ 20 mètres.
Sables et argiles blanes, verdâtres, jaunes, violacés, bigarrés, à nodules ferrugineux, ayant 10 mètres.
Argiles à lumachelles, visibles sur 6 mètres, et s'élevant à 210 mètres d'altitude.

En avançant sur la colline vers l'O., on trouve les sables aux Moreaux à 285 mètres, et ils s'élèvent encore un peu plus haut aux fosses à ocre des Bois-Laurent, au pied de la crête crayeuse de la montagne de la Verrerie.

La montagne de la Verrerie montre une belle succession de couches depuis le Signal jusqu'à Lengny. Le plateau qui atteint 320 mètres est formé par les sables argileux fins, jaunâtres, tertiaires, à silex grisâtres et blonds non roulés, qui ont plusieurs mètres d'épaisseur et qui descendent en éboulis sur les pentes de la craie. Au bord du plateau, sous le Signal, il y a une marnière dans laquelle on tire sur 8 mètres une craie marneuse micacée, légèrement grisâtre, fendillée, avec *Ammonites varians*, *Pecten elongatus*, *Inoceramus cuneiformis*, etc. A 1 mètre environ au-dessous se trouve une petite ocrière qui montre la coupe suivante :

	Mètres.
Craie marneuse grise, parfois un peu sableuse et chloritée.	2,00
Argile grise.	1,50
Argile sableuse, gris jaunâtre, passant aux assises supérieure et inférieure.	1,00
Ocre un peu sableuse, exploitée sur.	1,00

Par dessous se trouve sans doute le lit de grès ferrugineux désigné sous le nom de caillou par les ouvriers. Immédiatement après viennent les sables jaunes qui sont fort épais et qui renferment dans leur moitié inférieure quelques couches argileuses, blanches, jaunes et rouges, au-dessus des Guérins, grises plus bas. Les sables deviennent ensuite argileux verdâtres, avant Châtre qui est sur les sables et argiles bigarrés. Le fond du vallon est occupé par les argiles à lumachelles. On remonte sur les argiles blanches, puis sur les sables et argiles rouges, jaunes et blanes bigarrés, qui ont

été extraits sur 3 mètres et qui supportent les argiles grises (sans *Exogyra sinuata*) qui sont exploitées sur 2 mètres à la tuilerie de l'Epinoy-du-Haut. On remonte sur les sables verts, et en descendant des Paris à Leugny, la nouvelle route montre la coupe suivante.

	Mètres.
Sables argileux, verts, à petits cailloux de quartz.	3
Argile grise, passant aux sables supérieurs. . . .	2
Argiles jaunes, rouges et grises, bigarrées. . . .	2
Argiles jaune brunâtre, à lumachelles, environ. .	10
Calcaire jaune, néocomien, en couches irrégulières dans des argiles.	2

Devant le Gibon ce dernier repose sur les calcaires compactes blancs de l'étage supérieur du terrain jurassique. Sur ce point le terrain néocomien n'a qu'une épaisseur assez peu considérable.

7° *Entre l'Ouanne et le Branlin.* — Le plateau qui atteint 339 mètres au S.-O. de Fontaines est formé par des sables argileux fins jaunâtres, tertiaires, avec nombreux silex non roulés, ayant 7 à 8 mètres d'épaisseur. Dans les éboulis qui descendent sur la pente de la craie, il y a des blocs de brèche siliceuse de 1^{m},50. Au-dessous se trouve une craie légèrement jaunâtre ; un peu plus bas une marnière montre :

	Mètres.
Craie un peu siliceuse, légèrement verdâtre. . .	6
Craie marneuse, verdâtre.	2

Au-dessous viennent des marnes grisâtres et verdâtres occasionnant des sources et un petit étang ; puis des argiles verdâtres mêlées d'un peu de sable qui sont tirées à la tuilerie des Bidons sur 2 à 3 mètres d'épaisseur. A la même hauteur, il y a dans le voisinage des sables argileux verdâtres équivalents. Immédiatement au-dessous, viennent des sables grossiers micacés jaunes, à stratification, parfois oblique, avec lits, veines irrégulières et tubes de grès ferrugineux et nombreux cailloux de quartz. Sur divers points, entre Villanon et la Bruère, il y a quelques couches de sables argileux, fins, roses, jaunes et jaunâtres qui donnent lieu à de petites sources ferrugineuses. Les sables jaunes grossiers reprennent et sont un peu argileux à la partie inférieure ; ils reposent sur des argiles grises un peu sableuses, qui sont exploitées sur 3 à 4 mètres au-dessous des Guétrons pour la tuilerie des Compères, où on les exploite aussi. Au-dessous, aux Évêques, au Petit-Saint-Marcel, se trouvent les sables argileux fins jaunes, rouges,

blancs et grisâtres, bigarrés, avec plaquettes et nodules ferrugineux. Les argiles grises et jaunes, avec lits de calcaire marneux et lumachelles, s'élèvent de 7 à 8 mètres au-dessus du ruisseau de Fontenoy.

8° *Entre le Branlin et le Loing.* — Le plateau situé au N.-O. de Saint-Sauveur est formé par des argiles sableuses jaune brunâtre tertiaires, avec nombreux silex non roulés, qui atteignent 285 mètres aux Moyeux. La craie qui se trouve au-dessous a environ 30 mètres d'épaisseur; elle est blanchâtre supérieurement, et au S. des Griffons, M. Robineau-Desvoidy y a trouvé le *Nautilus elegans* et des vertèbres d'Ichthyosaure. La partie inférieure tirée pour marne sur la route au N.-E. des Grands-Moyeux est marneuse et arénacée verdâtre. Immédiatement au-dessous, à 255 mètres d'altitude environ, se trouvent les sables micacés jaunes à veinules plus foncées. Ces mêmes sables jaune rougeâtre, avec des grès ferrugineux à la surface, viennent former le Thureau de Saint-Sauveur qui atteint 315 mètres; ils présentent à diverses hauteurs de petites assises irrégulières d'argiles plus ou moins sableuses, panachées de jaune, de rouge et de grisâtre. Le château de Saint-Sauveur, situé à environ 50 mètres au-dessous du sommet, est sur un banc de grès brun de 4 à 5 mètres d'épaisseur. 20 mètres environ plus bas, immédiatement au-dessous du parc, se trouve un système argileux de 25 mètres d'épaisseur, formé supérieurement par des argiles grises plastiques, puis noirâtres, dans lesquelles on a trouvé des lignites, et inférieurement par des argiles gris jaunâtre plus ou moins solides. Les argiles supérieures sont tirées sur 3 mètres à la tuilerie des Pullains à l'E. de Saint-Sauveur, à 260 mètres environ d'altitude; elles y sont sableuses, micacées, brunâtres. Les argiles inférieures sont employées par la tuilerie de la Bâtisse au N. de Moutiers; les fosses situées de 3 à 4 mètres au-dessus du Loing, à environ 240 mètres d'altitude, montrent :

Sables argileux, grossiers, vert jaunâtre.
Argiles grises, en partie très pures. } 5—6 mètres.
Argiles noires, assez pyriteuses. }

Les ouvriers de la tuilerie ont à diverses reprises rapporté à M. Robineau-Desvoidy les espèces les plus caractéristiques du gault : les *Ammonites dentatus* et *monile*, et tout récemment l'*A. bicurvatus*. Aux Renards, à la base de ce système sableux et argileux, il y a des argiles grises (sans *Exogyra sinuata*) qui reposent sur les sables et argiles bigarrés. Les argiles à lumachelles et

les calcaires jaunes à Spatangues, qui viennent au-dessous, descendent jusqu'au Loing, et n'ont plus dans cette partie de la bande qu'une dizaine de mètres d'épaisseur.

9° *Entre le Loing et la Vrille.* — Près de la limite du département, on voit, du plateau des Potrats en descendant à Treigny, la succession de couches suivantes :

	Mètres.
Sables argileux, fins, jaunâtres, tertiaires, avec silex jaunes non roulés.	3— 4
Sables jaunes et jaune rougeâtre, renfermant à la partie supérieure des grès jaune brunâtre, irrégulièrement stratifiés, à petits cailloux de quartz, exploités sur 3 mètres.	15—18
Argiles sableuses, jaunes et blanches, avec plaquettes et nodules ferrugineux, donnant de petites sources au-dessus des Potrats.	2 — 3
Sables micacés, fins, très purs, jaunes et jaunâtres. .	15
Argiles sableuses, grises, jaunes inférieurement par places, donnant des sources au-dessous de Ratilly, et exploitées aux Jolivaux et au-dessus de Beauregard pour les poteries et tuileries.	5— 6
Sables fins et argiles jaunes et roses, bigarrées, portant Beauregard.	4— 5
Argiles grises, avec quelques lits de lumachelles, donnant des sources à Beauregard, au Boissenet. . .	7— 8
Marnes jaune brunâtre, avec lits irréguliers de calcaire jaune, à grains ferrugineux, et empreintes de fossiles.	2— 3
Calcaire compacte, blanchâtre, fendillé, assez tendre, appartenant à l'étage supérieur du terrain jurassique, exploité sur.	3

Résumé et conclusions. — Si nous résumons en quelques lignes ce que les coupes précédentes renferment d'essentiel pour la détermination de la place qu'occupent, dans la série des assises crétacées, les sables de la Puisaye et des Thureaux, nous trouvons les trois faits suivants :

1° Dans la vallée de l'Yonne à Gurgy, le gault inférieur avec de nombreux fossiles caractéristiques se trouve dans le lit de la rivière à 88 mètres d'altitude, tandis que dans les coteaux qui bordent la plaine au N.-E. et au S.-O., dans la direction de la bande, on voit, coupes 3 et 4, les sables jaune rougeâtre de la Puisaye atteindre 194 mètres au Petit-Parc de Seignelay et 197 mètres au Bois-de-Charbuy.

2° A Parly, coupe 6, les couches qui renferment l'*Ammonites*

monile sont à environ 156 mètres d'altitude, à la tuilerie de Bâle, et surmontées par une masse de sables ferrugineux jaune rougeâtre dans presque toute leur épaisseur, s'élevant à 252 mètres aux Chenons recouverts à leur tour par la craie marneuse.

3° A Saint-Sauveur, coupe 8, les couches à *Ammonites bicurvatus*, *dentatus*, et *monile* sont à environ 240 mètres d'altitude, à la tuilerie de la Bâtisse, recouvertes par les sables jaune rougeâtre avec les grès ferrugineux, qui s'élèvent à 315 mètres, au Thureau. Ces faits incontestables ne nous laissent dans l'esprit aucune incertitude et n'en laisseront, nous l'espérons, aucune dans celui des géologues, sur la véritable place des sables et grès ferrugineux de la Puisaye, et des Thureaux des environs d'Auxerre, dans la série des assises du terrain crétacé; ils sont supérieurs au gault inférieur, et comme ils s'élèvent jusqu'à la craie à *Ammonites varians*, etc., ils correspondent incontestablement au gault supérieur et au *green sand* supérieur. Les marnes et argiles grises et noires, renfermant l'ocre à Pourrain, Diges, Parly et Toucy, et dans lesquelles on a voulu voir un rudiment du gault, ne sont que les premiers lits de la craie inférieure chloritée.

Dans le département de l'Yonne, d'après ce qui a été dit précédemment, au-dessus des sables et argiles bigarrés néocomiens parfaitement caractérisés dans toute la longueur de la bande crétacée, viennent les argiles à *Exogyra sinuata* renfermant des fossiles, depuis le département de l'Aube jusqu'un peu au-delà de l'Yonne, mais n'en contenant plus dans la partie S.-O.

Le grès vert qui vient au-dessus est formé, dans toute la longueur de la bande, à la partie inférieure, par des sables argileux verts, de diverses nuances, alternant avec des argiles gris verdâtre ou noirâtres qui renferment assez fréquemment jusqu'à l'Yonne, et beaucoup plus rarement dans le S.-O., les fossiles caractéristiques du gault inférieur.

Les parties moyenne et supérieure constituées par des sables présentent seules de grandes différences. Les sables, verts à l'E. de Saint-Florentin, deviennent vert jaunâtre autour de cette ville; dans la forêt de Pontigny ils sont jaune brunâtre; à Seignelay et au Thureau Saint-Denis, ils sont jaune rougeâtre, comme dans la Puisaye, et commencent déjà à renfermer quelques assises de grès ferrugineux. Sur toute la rive gauche de l'Yonne, depuis le Thureau Saint-Georges jusqu'à la Loire, ils conservent la même physionomie : ce sont les sables de la Puisaye, jaune rougeâtre, renfermant à diverses hauteurs de petites assises irrégulières d'argile blanchâtre et jaune rougeâtre, et dans quelques localités, à la

partie moyenne, des grès ferrugineux exploités notamment à Parly, Toucy, Saint-Sauveur et Treigny.

Quand les sables verts et les argiles noirâtres inférieurs viennent à manquer accidentellement ou sont masqués par les éboulis des sables ferrugineux supérieurs, il est parfois assez difficile de distinguer ces derniers des sables et argiles bigarrés néocomiens qui sont placés un peu au-dessous.

M. Hébert dit qu'il ne saurait exprimer une opinion sur les sables de la Puisaye, qu'il ne connaît pas, mais qu'il est difficile, pour ne pas dire impossible, d'admettre, selon l'opinion de M. Raulin, que les sables ferrugineux des *Thureaux* des environs d'Auxerre et du parc de Seignelay soient supérieurs au gault. En effet, d'Auxerre à Seignelay on voit successivement :

1° Les calcaires et argiles *néocomiens* proprement dits.

2° L'argile *aptienne* recouverte, à Saint-Georges et dans beaucoup d'autres lieux, par les sables ferrugineux, et qui ne doit être considérée que comme la partie supérieure du néocomien.

3° Les sables ferrugineux que l'on suit jusqu'auprès de Seignelay, et qui forment les coteaux élevés au pied desquels est bâtie la ville.

Ces trois assises sont liées de la manière la plus intime et ne sauraient être séparées.

C'est à Seignelay que l'on commence à rencontrer le *gault*. M. Ricordeau y a recueilli une nombreuse série de fossiles, au nord de Seignelay, dans le lit du Serain, c'est-à-dire au point le plus bas de la vallée, évidemment immédiatement au-dessous des sables quartzeux inférieurs à la craie chloritée de Seignelay. Cette craie chloritée et les sables qui la supportent paraissent, à Seignelay, être adossés aux sables ferrugineux qui, dans ce lieu même, s'élèvent bien au-dessus du niveau de la craie chloritée. Si les sables ferrugineux étaient supérieurs au gault, on les trouverait entre cette assise et la craie chloritée, et non pas à un niveau supérieur à cette dernière, quand le gault se tient au-dessous. La hauteur relative à laquelle se trouvent portés les sables ferrugineux peut d'ailleurs s'expliquer, soit par une faille locale, soit par un soulèvement de la partie méridionale

de la contrée avant le dépôt du gault dans la partie septentrionale qui formait alors un bassin, plus restreint que celui qu'occupèrent les eaux néocomiennes, et du rivage duquel Seignelay aurait fait partie. Il y a donc là un sujet d'étude qui ne serait pas sans intérêt.

Quant à l'âge des sables ferrugineux (1), il ne saurait être douteux quand on se dirige de Seignelay à Ervy. On peut suivre, presque sans interruption, les sables qui constituent le sol de la forêt de *Pontigny* et des bois de *la Chapelle*, jusqu'à la montée d'*Ervy*, dont ils forment la base. Chemin faisant, on peut les voir *aux Croûtes* recouvrir l'argile aptienne par l'intermédiaire d'argiles bigarrées; et à Ervy ils se montrent directement sous le gault composé de grès à *Ammonites mamillaris*, d'argile noire à *A. interruptus*, et, à la partie supérieure, d'argiles sableuses et de sables qui se continuent sans interruption depuis les plateaux d'Ervy jusqu'à Saint-Florentin. Ces sables forment ainsi une bande parallèle à la bande des sables ferrugineux néocomiens, dont ils sont bien distincts. Ce sont eux dont on voit la partie supérieure exploitée à Seignelay sur une épaisseur de 14 mètres.

M. Raulin, pour plusieurs points contestés, s'en réfère à la note qu'il vient de lire. Pour les environs d'Ervy, qu'il n'a pas visités, il sait seulement par M. d'Archiac qu'il y existe une assise de sables ferrugineux de quelques mètres d'épaisseur, interposée entre les argiles à *Exogyra sinuata* et le gault; assise entièrement distincte, par conséquent, des sables ferrugineux de la Puisaye qui reposent sur le gault. Il reconnaît qu'il y a encore des études à faire autour de Seignelay pour arriver à expliquer pourquoi la craie se trouve à 149 mètres d'altitude, tandis qu'à 3 kilomètres plus au S. les sables ferrugineux atteignent 194 mètres. Mais de ce fait seul que le gault se trouve au gué de Gurgy, dans le lit de l'Yonne, à 88 mètres d'altitude, et au N. de Seignelay dans le lit du Serain, à 100 mètres, il est de toute évidence pour lui que ne doivent être que

(1) Il paraît que M. Ricordeau a trouvé dans les parties hautes du bois de Soignelay, au-dessus des sables ferrugineux, de nombreux fossiles roulés du gault.

supérieurs au gault les sables qui constituent la colline du parc de Seignelay, qui sépare les deux vallées et qui atteint 194 mètres ; s'il n'en était pas ainsi, il faudrait admettre *à priori* dans la vallée du Serain et sur les deux rives de celle de l'Yonne, soit des failles, dont jusqu'à présent on n'a aperçu aucune trace, soit des dénudations profondes antérieures au gault, par suite desquelles cette assise, à des distances de 3-4 kilomètres seulement, se serait déposée à des différences de niveau de près de 100 mètres.

M. Ch. Deville fait hommage à la Société d'un premier demi-volume de l'*Annuaire des eaux de la France*, rédigé par une commission spéciale, instituée par M. Dumas, ministre du commerce, et dont il est secrétaire. Il ajoute les détails suivants :

J'ai cherché à résumer, dans une *Introduction générale*, les considérations d'ensemble sur la répartition des diverses eaux de notre territoire, et je demande à la Société la permission d'en extraire ce qui regarde plus particulièrement celle des eaux minérales. Adoptant pour ces eaux la répartition par régions, qui me paraît la plus naturelle et la meilleure, j'ai fait voir comment ces régions se rattachent aux grandes lignes orographiques et géologiques. J'ai montré, suivant en cela la direction imprimée aux sciences géologiques par MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy, que certains groupes pouvaient être distingués en plusieurs autres, aussi bien au point de vue de leurs eaux minérales qu'à celui de leur orographie. C'est ainsi que, dans ce travail, le groupe des sources pyrénéennes se divise très nettement en deux séries : celle de l'axe central parallèle au système des Pyrénées proprement dit, et dont la composition moyenne, pour 100 de sels fixes, est la suivante :

Sulfates.	58,97
Bicarbonates.	26,79
Chlorures.	11,64
Acide silicique et silicates. . .	2,60
	100,00

et la série qui se rapporte à la direction des Alpes principales, laquelle forme, aux deux extrémités du groupe pyrénéen, dans le département des Landes et dans celui de l'Hérault, deux aligne-

ments de sources minérales où dominent, au contraire, les chlorures alcalins, comme le prouvent les nombres suivants :

Sulfates.	17,60
Bicarbonates.	13,24
Chlorures.	68,92
Acide silicique et silicates. . .	0,24
	100,00

J'y montre cette dernière direction se prolongeant de Salces (Pyrénées-Orientales) jusqu'à Acqui, dans le Piémont, et, circonstance bien remarquable et bien probante, venant couper transversalement la plaine de la Camargue, dont M. de Gasparin, dans une récente communication à l'Académie des sciences, a cru devoir attribuer la salure à des masses de sel gemme, existant inférieurement.

Je ne puis développer ici les considérations analogues qui s'appliquent à d'autres groupes, et qui établissent la prédominance des bicarbonates alcalins dans le massif central de la France; celle des chlorures alcalins dans la région de la Haute-Saône et du Jura; celle des bicarbonates terreux et ferrugineux dans les deux groupes, symétriquement placés et géologiquement très analogues, qui constituent, d'un côté, l'Ardenne et le Hainaut, de l'autre, le massif de la Bretagne. Je me bornerai à transcrire les nombres suivants qui représentent la composition moyenne pour 100 des sels fixes contenus dans les eaux de ces régions. Ces nombres résultent de la discussion minutieuse non seulement des analyses publiées jusqu'à présent, mais d'une foule d'autres, encore inédites, que plusieurs chimistes ont obligeamment communiquées à la commission, et qui trouveront place dans le second volume de l'*Annuaire*.

	Massif central.	Alpes et Corse.	Vosges, Jura, collines de la Haute-Saône.	Ardenne et Hainaut.	Massif du nord-ouest.
Sulfates.	7,81	42,58	14,29	5,71	30,09
Bicarbonates.	74,68	22,16	16,10	49,41	58,38
Chlorures.	14,48	34,24	67,48	45,44	25,93
Silicates.	3,03	1,22	2,13	1,44	7,60
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Poids moyen des sels fixes par litre d'eau. .	3gr,651	1gr,889	2gr,647	1gr,167	0gr,446

En résumé, on voit que la composition chimique se lie parfaitement aux considérations géologiques pour constituer en France, au point de vue des eaux minérales, un certain nombre de groupes ou régions naturelles.

Le secrétaire donne lecture, au nom de M. Walferdin, de la note suivante :

HYGROMÉTRIE. *Nouveau psychromètre*, par M. Walferdin.

Un des procédés les plus simples, aujourd'hui employés pour connaître l'état hygrométrique de l'air, consiste à comparer les indications d'un thermomètre à boule sèche avec celles que donne un second thermomètre dont la boule est maintenue humide.

Pendant que le thermomètre à boule sèche est exposé à la température de l'air, celui dont la boule reste humectée subit un abaissement de température : on observe l'un et l'autre instrument ; par suite de l'évaporation, la température du thermomètre mouillé diminue d'autant plus que l'air est plus sec, par conséquent plus loin de son point de saturation, et que le baromètre est plus bas. On déduit ainsi, au moyen de tables, la force élastique de la vapeur qui se trouve dans l'air.

C'est sur cette donnée qu'est fondée la construction de l'appareil aujourd'hui connu sous le nom de *psychromètre* d'August.

Cet appareil exige l'emploi de deux thermomètres exactement comparables et indiquant au moins un dixième de degré. Ils sont adaptés parallèlement à une plaque métallique graduée, et la boule de l'un des deux instruments est recouverte de batiste ou de mousseline entretenue à un état d'humidité convenable, au moyen de fils qui plongent dans un godet rempli d'eau.

Mais on sait quelle difficulté présente la construction de deux thermomètres qui soient de marche identique, lorsqu'ils doivent indiquer avec précision un dixième de degré, et surtout lorsqu'au lieu d'être divisés sur la tige même, de manière que le défaut de cylindricité des tubes se trouve corrigé par un jaugeage rigoureux, ils sont adaptés à une échelle rapportée qui laisse supposer que les tubes sont parfaitement cylindriques.

Les deux instruments, ainsi appliqués sur une plaque métallique divisée, se trouvent, en outre, exposés nécessairement aux causes d'erreur qu'occasionne le rayonnement de l'enceinte où ils sont mis en expérience.

Enfin l'appareil dont il s'agit peut difficilement être transporté, et, par conséquent, être employé dans les voyages.

Si l'on considère que les plus grandes différences observées jusqu'à présent en Europe, entre le thermomètre à boule sèche et le thermomètre à boule humide, ne s'élèvent pas à plus de 10 à 12 degrés centigrades, on concevra qu'un instrument qui, pour toute la longueur de sa tige, ne porterait que 15 degrés au plus, mais qui aurait la propriété de conserver cette valeur à toutes les températures atmosphériques, remplirait les conditions les plus favorables à ce genre d'observations.

Si, par exemple, la tige de cet instrument a 3 décimètres environ de longueur, elle pourra être divisée en 8 ou 900 parties, et, chaque degré correspondant ainsi à 50 ou 60 divisions, il sera facile d'observer, à la lecture directe, non plus des dixièmes, mais des cinquantièmes, des soixantièmes parties de degré.

L'avantage que présenterait l'emploi de cet appareil serait plus grand encore, si le même instrument pouvait donner, à lui seul, la double indication que fournissent le thermomètre à réservoir sec et le thermomètre à réservoir humide. De marche identique dans les deux cas, il serait ainsi rigoureusement comparable à lui-même dans l'une et l'autre observation.

L'application, aux observations psychrométriques, du thermomètre différentiel que j'ai présenté à la Société, dans sa séance du 20 décembre 1841 (fig. 4, p. 125, t. XIII, 1re série), me paraît satisfaire aux conditions que je viens d'indiquer (1).

Pour construire convenablement ce thermomètre, il faut, comme je l'ai indiqué, se servir d'un tube d'une capillarité telle, que, lorsqu'on a soufflé à l'une de ses extrémités, le réservoir destiné à contenir le liquide thermométrique, le mercure qu'on chercherait à faire entrer dans la tige par les procédés ordinaires n'y descende pas; mais l'alcool, en mouillant les parois intérieures de ce tube, peut s'y introduire et remplir le réservoir et la tige. Les parois de la tige, ainsi mouillées par l'alcool, permettent alors à une petite bulle de mercure d'y pénétrer, et c'est cette bulle qui sert d'index.

La bulle se trouve retenue dans une petite panse latérale placée à la partie supérieure de l'instrument : elle en est projetée à vo-

---

(1) Voir, pour les différentes formes à donner à cet instrument, suivant la destination à laquelle on veut le rendre propre, les planches du *Bulletin*, tome XIII, 1re série, et celles des *Annales de Poggendorff*, tome LVII.

lonté dans la tige; puis elle y descend ou monte, par l'effet de la dilatation ou de la contraction qu'éprouve l'alcool, et s'y meut avec rapidité à la moindre variation de température.

On conçoit que le réservoir du thermomètre différentiel à alcool ainsi construit ne doit avoir, en raison de la capillarité du tube, qu'une masse très peu considérable, et que sa capacité peut être sensiblement moindre que celle du réservoir du thermomètre à mercure dont le tube serait le plus capillaire. On obtient de la sorte des instruments à très grande marche, quoique leur boule soit d'un très petit volume.

Avant de faire connaître comment j'applique cet instrument aux recherches dont il s'agit, je dois rappeler que le procédé le plus usuel et le plus simple pour déterminer la température de l'air consiste à tourner en fronde un thermomètre à réservoir de petit diamètre; on cherche de la sorte à écarter, autant que possible, les causes d'erreur qui affectent ce genre d'observations, lorsque, surtout, le thermomètre reste placé à poste fixe.

C'est en faisant ainsi tourner, pour l'une et l'autre observation, le même instrument, qui n'a pas plus de 12 à 15 degrés de course, que je le rends propre à donner ses indications psychrométriques.

Après avoir laissé équilibrer l'instrument à la température ambiante, je projette la bulle de mercure, de la panse latérale à l'entrée de la tige; puis je le fais tourner en fronde, au moyen d'un fil de soie double et retors de 1 décimètre à $1^{\text{decim.}},50$ de long. Comme, dans cette opération, il y a ordinairement abaissement de température, la bulle de mercure s'engage dans la partie supérieure de la tige, et on lit facilement sa première indication. S'il arrive que la température ne s'abaisse pas, il suffit de l'élever faiblement, en approchant la main du réservoir de l'instrument, pour que la bulle de mercure descende, après cela, dans la tige à la température ambiante.

Je recouvre ensuite la boule de l'instrument d'une enveloppe double de batiste ou de mousseline mouillée que je noue au col de la tige, et je le fais de nouveau tourner en fronde. Le refroidissement a bientôt lieu, et je note alors sa seconde indication.

Il est facile de déterminer à l'avance le temps et la rapidité nécessaires pour que, suivant la capacité de son réservoir, l'instrument se mette en équilibre avec les plus faibles variations de température. Ce n'est, toutefois, que quelques secondes après qu'il a été tourné en fronde, que la bulle de mercure, mue par la contraction de l'alcool, indique le minimum de température au-

quel il a été soumis, et l'on a ainsi la facilité de n'en faire la lecture, dans l'une et l'autre observation, qu'au moment même où la bulle cesse de descendre dans la tige.

Enfin, j'ai remarqué qu'on pouvait même se dispenser de recourir, pour la deuxième observation, à l'enveloppe de tissu mouillé, en dépolissant la boule de l'instrument, de sorte que sa surface soit complétement rugueuse, et en creusant, autour de la tige, une ou plusieurs petites gouttières, assez profondes pour entretenir l'humidité de la boule pendant que le thermomètre est tourné en fronde.

Je ne crois pas inutile d'indiquer ici comment je suis parvenu à jauger des tubes dont la capillarité est telle, que le mercure n'y peut pénétrer en appliquant les procédés aujourd'hui employés pour la construction des thermomètres les plus précis.

Ce n'est que lorsque l'instrument se trouve rempli d'alcool, qu'il est possible d'introduire une colonne de mercure de 15 à 18 millimètres, dont on marque les extrémités sur toute la longueur de la tige, de manière à pouvoir compenser ainsi les défauts de cylindricité des tubes au moyen d'une échelle arbitraire formée de divisions d'égale capacité.

Après que cette opération est terminée, la bulle de jaugeage doit être chassée; elle est ensuite remplacée par celle qui sert d'index, et qui n'a pas plus de 2 à 3 millimètres de longueur. On ferme alors l'instrument à la lampe.

Mais la construction de ces sortes d'instruments, quelle que soit la destination qu'on leur donne, exige un soin particulier pour que l'alcool et le mercure soient parfaitement purs, et pour que la présence d'aucun corps étranger, par exemple, du moindre des fragments microscopiques provenant des éclats du verre que la lampe d'émailleur fait si souvent jaillir, ne puisse pas déranger leur marche.

J'ajouterai qu'une table, dressée à l'avance, fait connaître le nombre de divisions correspondant à la valeur de 1 degré centigrade, de 5 en 5 ou de 10 en 10 degrés, de sorte que, quelle que soit la température à laquelle les deux observations ont été faites, on a l'indication précise de la valeur des différences entre l'une et l'autre observation, soit qu'on ne recherche que des valeurs relatives, soit qu'on veuille déterminer des valeurs absolues.

On voit comment on parvient, avec un seul instrument thermométrique de 15 degrés de course environ, dont le réservoir n'a que 3 à 4 millimètres de diamètre, et pour lequel le degré n'égale pas moins de 50 divisions, à déterminer, avec autant d'exactitude

que possible, la température qu'accusent le réservoir sec et le réservoir humide, dans la limite des observations pour lesquelles le psychromètre d'August est adopté.

Ainsi, au moyen du psychromètre à grande marche que je propose, les causes d'erreur provenant de l'emploi de deux thermomètres différents, adaptés à la même plaque, se trouveront écartées, et l'observation de l'état hygrométrique de l'air pourra désormais être faite, dans les voyages, en même temps et aussi facilement que l'observation barométrique.

M. Lory communique le mémoire suivant : *Sur les terrains crétacés du département de l'Isère*, et une note *Sur les amas glaciaires et restes de moraines.*

Note sur le plateau jurassique du nord du département de l'Isère, et sur les dépôts erratiques dont il est recouvert, par M. Ch. Lory.

L'extrémité nord du département de l'Isère est formée par un plateau calcaire, comprenant les cantons de Crémieu et de Morestel et une partie de celui de Bourgoin. Considéré dans son ensemble, ce plateau présente la forme d'un triangle, limité au N.-O. et à l'O. par les plaines de la Bresse, au midi par les marais de la Bourbre, de Vézeronce et du Bouchage, au N.-O. par le cours du Rhône, qui, depuis Groslée jusqu'à Lagnieu, le sépare des montagnes du Bugey. Ce plateau se rattache intimement aux chaînes méridionales du Jura, et il est formé par les divers étages du terrain jurassique, entourés et en partie recouverts de formations modernes, tertiaires ou quaternaires.

Le niveau de ce plateau varie de 200 à 450 mètres au-dessus de la mer. Il offre une pente constante vers l'E. et se termine, à l'O. et au S.-O., par des falaises escarpées. Cette pente générale du sol est liée à l'inclinaison constante des couches du terrain jurassique, qui se recouvrent successivement en présentant toujours une légère inclinaison vers l'E.

M. Élie de Beaumont, sur la carte géologique de la France, et M. Gueymard, dans la statistique du département de l'Isère, ont distingué en deux groupes l'ensemble des étages jurassiques de cette contrée : le groupe inférieur, composé de l'étage oolitique inférieur avec quelques affleurements de lias, forme le sol du canton de Crémieu et les collines calcaires de celui de la Verpillière ;

le groupe moyen, comprenant les marnes et calcaires de l'étage oxfordien et les calcaires de l'étage corallien, forme le canton de Morestel et une petite partie de celui de Bourgoin. Quant aux étages jurassiques supérieurs, il est difficile de tracer nettement une limite entre eux et l'étage corallien ; mais ils existent, au moins en partie, dans les environs de Morestel, c'est-à-dire dans la partie la plus orientale et la plus basse de la contrée.

Malgré la simplicité apparente de sa structure, le plateau jurassique du département de l'Isère présente beaucoup d'intérêt au point de vue géologique : sa forme triangulaire si remarquable résulte des intersections de trois directions de soulèvement très distinctes. Chacun des côtés du triangle est une ligne d'action sur laquelle on rencontre les traces de dislocations énergiques; sur chacune d'elles particulièrement se remarque une faille bien caractérisée, et la combinaison des mouvements du sol perpendiculairement à ces trois directions explique complétement la forme et la structure orographique du plateau.

L'un de ces soulèvements est celui qui a déterminé la dépression du plateau par rapport à l'ensemble des montagnes du Bugey ; il a une direction du S.-S.-E. au N.-N.-O. à peu près, et se traduit, à Villebois, par une faille qui met en contact le *calcaire à Gryphées arquées* d'une part, et le *forest-marble* d'autre part. Un autre soulèvement a produit l'élévation de la falaise occidentale, suivant une direction N. 26° E.; sur la route de Crémieu à Lagnieu, près de la Balme, on voit en effet des monticules de calcaire corallien en contact avec l'oolite inférieure qui forme la base de la falaise. Enfin une faille toute semblable, dirigée vers l'E. 30° N., a produit l'escarpement qui borde les marais de Bourgoin ; au pied de cet abrupt, sur les communes de Vénérieu et de Saint-Hilaire, on remarque encore des monticules coralliens ou oxfordiens, dont les couches se redressent fortement contre la faille et sont en contact avec les bancs de la grande oolite.

Mais ce que notre plateau jurassique présente de plus intéressant, ce sont les traces des phénomènes erratiques. Tout le canton de Morestel et tous les autres points dont le niveau ne dépasse pas 300 mètres sont recouverts d'une nappe de dépôts erratiques ; on y trouve les roches du Jura et une masse énorme de débris alpins, provenant les uns de la Tarentaise et de la Maurienne, les autres des montagnes d'Allevard et de l'Oisans. Tous les cailloux sont usés et frottés; ceux de calcaire compacte surtout sont généralement polis et striés, et il est difficile de trouver sous ce rapport des dépôts erratiques mieux caractérisés. De plus, le fond de cal-

caire jurassique sur lequel reposent ces dépôts est lui-même toujours poli et strié avec une perfection remarquable. On voit de ces surfaces polies à chaque pas dans les environs de Morestel, comme à Brangues, à Mont-Poulon, et surtout sur la route de Morestel, au Saut-du-Rhône; on en retrouve encore de beaux exemples sur les bords des marais de Bourgoin, à Trept, Saint-Hilaire, Saint-Alban de Roche, Saint-Quentin, etc., et sur la route de Crémieu à la Balme, où les dépôts erratiques semblent même présenter des caractères particuliers. Entre Hières et Amblérieu, la plaine qui s'étend entre la falaise jurassique et le Rhône est coupée de distance en distance par des digues de débris erratiques, sensiblement parallèles entre elles, et perpendiculaires à la direction de la falaise ou à celle du fleuve, et entre lesquelles il y a des espaces parfaitement plans. Cette série de digues parallèles est-elle réellement la disposition primitive du dépôt erratique, ou résulte-t-elle du ravinement de ce dépôt par des ruisseaux qui venaient se jeter dans le Rhône? Quoi qu'il en soit, ces dépôts erratiques s'appuient, le long de la route, sur les monticules de calcaire corallien que nous avons signalés plus haut; et partout où la surface du calcaire est fraîchement dégarnie de la nappe de débris, elle se montre polie et striée. Ainsi, jusque dans les plaines de la Bresse, à quelques lieues de Lyon, nous trouvons encore les dépôts erratiques, formés principalement de roches des Alpes, les cailloux frottés et les roches sous-jacentes polies et striées avec la plus grande netteté.

J'ai mesuré dans diverses localités les directions des stries : elles sont toutes vers l'E.-S.-E. ou le S.-E., au plus le S. 35° E. Cette dernière direction a été observée à Trept, sur le bord des marais de Bourgoin, et son prolongement mène directement à Grenoble par la cluse de l'Isère. Les directions S.-E. et E.-S.-E. s'observent dans le canton de Morestel, à Saint-Hilaire, entre Crémieu et la Balme, etc.; elles aboutissent soit aux montagnes de la Tarentaise et de la Maurienne, soit aux cimes du canton d'Allevard. En résumé, toutes les directions observées rencontrent les chaînes centrales des Alpes en des points compris entre Conflans et Vizille ; les stries ont été produites par le glissement de matériaux arrivant principalement et directement, d'une part, de la Maurienne et de la Tarentaise, d'autre part du massif de l'Oisans, les premiers passant par Chambéry, les seconds par Grenoble et Voreppe; ces deux nappes de débris erratiques, séparées à leur origine par le massif de la Grande-Chartreuse, se rejoignaient précisément sur le plateau jurassique qui fait l'objet de cette note.

Sur la série des terrains crétacés du département de l'Isère, par M. Ch. Lory.

Les terrains crétacés occupent, comme on le sait, dans le département de l'Isère, la zone extérieure des Alpes, traversée par l'Isère, entre Grenoble et Voreppe, et partagée ainsi en deux massifs, celui de la Grande-Chartreuse et celui du Villard-de-Lans. Le terrain néocomien, reposant sur les étages moyens du terrain jurassique, forme la masse principale de ces montagnes; on y connaît encore divers gisements de gault, et, près de Villard-de-Lans, la craie chloritée inférieure. Je me propose de montrer que l'on y retrouve la série complète des terrains crétacés, superposés dans le même ordre que dans le bassin de Paris, et caractérisés aussi par les mêmes fossiles.

Je crois devoir rappeler d'abord en peu de mots la constitution du terrain jurass.que de cette région; nous allons voir, en effet, qu'à sa partie supérieure il présente des inégalités de développement en rapport intime avec les variations de faciès des formations qui lui sont superposées.

La vallée de l'Isere, de Montmeillan à Grenoble, et celle du Drac, entre Grenoble et Saint-Bonnet, sont creusées en entier dans le terrain jurassique, et à la limite de deux étages complétement séparés l'un de l'autre par ces vallées : du côté des Alpes centrales, le *lias*, dont on trouve les fossiles caractéristiques, Ammonites et Bélemnites surtout, à Allevard, Vizille, Laffrey, aux environs de la Mure et de Corps; et d'autre part, sur la rive droite de l'Isère, et la gauche du Drac, l'étage oxfordien. Les couches qui établissent le passage entre ces deux groupes sont en général des calcaires schisteux, très argileux, sans fossiles, et qui ne paraissent pas pouvoir être assimilés à l'étage oolitique inférieur. Ce dernier étage manquerait donc dans les Alpes occidentales, comme on s'accorde généralement à le penser aujourd'hui.

La rareté des fossiles et le creusement des vallées qui s'est effectué précisément dans les couches placées à la limite du lias et de l'étage oxfordien n'ont pas encore permis de fixer bien nettement la séparation de ces deux groupes. Avec M. Fournet, je crois que l'on peut admettre pour base de l'étage oxfordien l'horizon géologique des couches à *Posidonies*; au-dessus d'elles, en effet, on trouve presque immédiatement les Ammonites oxfordiennes, tandis qu'on ne les trouve pas au-dessous. Cet horizon des *Posidonies* est constant à la base des montagnes oxfordiennes de la

vallée du Graisivaudan et du bassin du Drac (Barraux, Meylan, Montfleury, près Grenoble, la Fontaine-Ardente, près Vif, etc.). Au-dessus, la série des couches oxfordiennes est bien caractérisée; elle présente (1) : 1° des marnes schisteuses avec petites Ammonites à l'état pyriteux (*A. tortisulcatus*, *A. Henrici*, etc.), comme à Meylan, à la Porte Saint-Laurent de Grenoble; 2° des calcaires marneux contenant les géodes dites de Meylan et l'*Ammonites biplex*; 3° les calcaires compactes dits *de la Porte de France*, avec *Ammonites biplex*, *A. tatricus*, *Belemnites*, *Terebratula diphya*, et autres Térébratules, etc...; 4° enfin, des calcaires plus pâles, d'un grain très fin, contenant les *Ammonites anceps*, *Adelæ*, *Hommairei*, etc. (Aizy-sur-Noyarey, Chalays, près Voreppe).

Dans la plupart des localités, le terrain jurassique ne présente rien au-dessus de l'étage oxfordien; sur les calcaires de la Porte de France, on trouve souvent des couches marneuses, bitumineuses, au-dessus desquelles le terrain néocomien commence par des marnes qui ont à peu près le même aspect. La limite des deux terrains devient alors difficile à tracer. C'est ce qui a lieu surtout dans les chaînes les plus rapprochées de l'intérieur des Alpes, comme dans les montagnes d'Entremont, Saint-Pierre de Chartreuse, le Sappey, Saint-Martin-le-Vinoux, près Grenoble, et celles de la rive gauche du Drac, au dessus de Claix, Vif, etc.

Sur le chemin de la Grande-Chartreuse à Saint-Laurent, on traverse deux affleurements de l'étage oxfordien, l'un en sortant du couvent, l'autre en approchant de la porte de Fourvoirie. Dans ces deux localités, le calcaire compacte de la Porte de France est recouvert par des couches marno-bitumineuses, minces, à cassure plate, dans lesquelles on trouve beaucoup de petites *Posidonies* (?) différentes de celles qui caractérisent l'horizon inférieur de l'étage oxfordien.

A la porte même de Fourvoirie, le terrain jurassique montre des couches d'un aspect tout particulier et dont je ne connais pas d'autre affleurement. Elles sont certainement inférieures aux calcaires oxfordiens dont nous venons de parler, et que l'on traverse en montant de Fourvoirie à la Chartreuse de Curière; elles forment un noyau enveloppé par ces calcaires qui se replient autour d'elles en voûte régulière. Ces roches de Fourvoirie sont des calcaires très denses, très durs, jaunâtres, gris ou presque blancs, compactes ou grenus ou même bréchiformes, et qui sont tous for-

(1) Voir la notice jointe au mémoire de M. Albin Gras, *Sur les Oursins fossiles du département de l'Isère.*

tenant magnésiens. Leur aspect est complétement différent de celui des calcaires oxfordiens qui les recouvrent, et on pourrait plutôt les confondre avec les calcaires néocomiens inférieurs, si l'on ne faisait attention à leur composition minéralogique, et surtout à leurs relations stratigraphiques. Du reste, quoiqu'on ne puisse rien voir au-dessous de ces calcaires magnésiens, je crois qu'ils sont encore compris dans l'étage oxfordien ; plus haut, près de Curière, on trouve d'autres assises beaucoup plus minces de calcaires aussi fortement magnésiens, intercalés évidemment dans les calcaires de la Porte de France.

Tous les affleurements de terrain jurassique, en dehors de la vallée du Graisivaudan ou de celle du Drac, ne montrent que la partie supérieure de l'étage oxfordien, les calcaires de la Porte de France; ces assises supérieures seules affleurent dans les vallées d'Entremont et de la Ruchère, à Saint-Pierre-de-Chartreuse, au Sappey, à Fourvoirie et sur toute la ligne de Fourvoirie à Voreppe; de l'autre côté de l'Isère, à Veurey, Montaud, Saint-Gervais, Renceurel, dans les cluses du Royannais, etc. Le plus souvent le terrain néocomien repose immédiatement sur elles; d'autres fois il en est séparé par un ensemble de couches très intéressantes, en ce qu'elles représentent les derniers vestiges des étages jurassiques supérieurs, qui, si développés dans le Jura, jusqu'aux environs de Belley, jusqu'à Morestel, dans l'arrondissement de la Tour-du-Pin, disparaissent subitement aux premiers avant-postes des Alpes.

Dans la cluse de Chaille, que traverse la route du Pont de Beauvoisin aux Échelles, le Guiers est encaissé dans les couches oxfordiennes, et sur la route on trouve au-dessus d'elles une série de calcaires blancs, compactes, avec des polypiers à l'état saccharoïde, qui représentent l'étage corallien ; c'est sur ce calcaire que le terrain néocomien repose, comme cela se voit du reste dans la plupart des environs de Chambéry. De la cluse de Chaille, on peut suivre le calcaire corallien sur tout le plateau rocheux qui s'étend de là à Miribel, et de Miribel à Saint-Aupre. Dans ce trajet, on le voit sur plusieurs points très bien caractérisé, pétri de grands polypiers à l'état saccharoïde ; j'y ai recueilli le test et les piquants du *Cidaris coronata*, d'autres piquants d'oursins, des encrines pentagonales, etc... De Saint-Aupre à Voreppe, en suivant la même chaîne, le terrain jurassique disparaît sous une voûte complète de terrain néocomien ; mais on le voit reparaître à la faveur de la coupure de la vallée de l'Isère, aux Balmes de Voreppe sur la rive droite et à l'Échaillon sur la rive gauche. Dans ces deux loca-

lités, la dernière surtout, l'étage corallien offre un très beau développement, sans que l'on puisse toutefois voir sa superposition à l'étage oxfordien. Vers sa base, il renferme une assise de dolomie correspondant aux dolomies coralliennes du Mont-du-Chat, des environs de Belley, de Charix, près Nantua, puis des calcaires éminemment coralliens, semi-crayeux, enfin compactes, où l'on trouve de très beaux fossiles de l'étage corallien (les mêmes espèces qu'à Oyonnax, au Salève, etc.). De l'Echaillon on peut suivre encore des affleurements de calcaire corallien jusqu'à Saint-Gervais où il disparaît complétement dans le terrain néocomien.

En dehors de cette ligne, qui s'étend de la cluse de Chaille à Saint-Gervais, et qui représente l'axe de la chaîne la plus extérieure des Alpes, l'étage corallien n'existe que sur un très petit nombre de points. En partant de Chambéry, on le retrouve à la voûte des Échelles, qui est ouverte dans ce calcaire ; le même calcaire affleure sur France à la base de la roche de Beslan. Sur le chemin de Saint-Laurent à la Chartreuse, on trouve en dehors des calcaires oxfordiens de Fourvoirie quelques couches contenant des débris d'Encrines et qui sont peut-être encore des représentants de la partie inférieure de l'étage corallien. Mais des couches appartenant positivement à ce niveau géologique se montrent à Aizy, sur la rive gauche de l'Isère, en face de Voreppe. Là, sur le calcaire oxfordien supérieur, caractérisé par l'*Ammonites anceps*, etc., on voit reposer des couches bréchiformes, composées d'un mélange de débris oxfordiens, de polypiers, d'Encrines, etc., roulés et atténués ; on y reconnaît les piquants du *Cidaris coronata*, l'*Apiocrinus rosaceus*, et cet ensemble de fossiles brisés qui caractérise le vrai coral-rag. Cette assise remarquable, produit éminemment littoral, n'a qu'une faible épaisseur, 2 mètres peut-être ; au-dessus, on trouve un banc de dolomie qui représente peut-être la base des calcaires coralliens de l'Echaillon (distant seulement d'une lieue) ; mais ces calcaires ne se retrouvent plus ici, et le terrain néocomien paraît commencer immédiatement au-dessus de ces minces assises coralliennes. C'est l'affleurement corallien le plus rapproché des Alpes centrales et où l'étage semble réduit à un état tout à fait rudimentaire.

Terrain néocomien.

Le terrain néocomien, qui, dans le Jura, ne présente qu'une puissance médiocre et ne couvre que de très faibles étendues, acquiert, comme on le sait, un très grand développement dans les

montagnes du Dauphiné. On peut poser en principe, que *la puissance du terrain néocomien va en augmentant rapidement à mesure que les assises supérieures du terrain jurassique tendent à disparaître.* Ainsi à Belley, comme dans tout le Jura, le terrain néocomien repose sur la formation wealdienne (1), qui, elle-même, a toujours pour base l'étage portlandien bien caractérisé ; partant de là pour aller à Chambéry par le Mont-du-Chat ou vers Voreppe en suivant la chaîne qui comprend Chaille, Miribel, la Buisse et l'Echaillon, on verra bientôt le terrain néocomien reposer sans intermédiaire sur l'étage corallien sa puissance augmenter notablement, et son faciès devenir de plus en plus pélagique. Cependant, dans ces deux directions, de Belley à Chambéry et aux Échelles, de Belley à Voreppe, le terrain néocomien présente encore le même aspect, les mêmes caractères minéralogiques et les mêmes subdivisions que dans le Jura méridional. Parmi ces caractères, un des plus frappants est l'abondance des grains verts dans les couches de la partie moyenne ; ces calcaires chlorités, si remarquables dans le Jura méridional, au Salève, au Mont-du-Chat, se retrouvent à Chaille, à Miribel, aux Balmes de Voreppe, à Saint-Quentin, tandis qu'ils ne se montrent plus dans le terrain néocomien à faciès alpin. Ce type jurassien du terrain néocomien peut encore se définir par d'autres caractères plus généraux : 1° l'assise supérieure, celle des calcaires blancs à *Chama*, est en partie subcrayeuse et oolitique ; 2° l'assise marneuse caractérisée par le *Toxaster complanatus* forme une fraction notable, un quart au moins de l'épaisseur totale ; 3° l'ensemble des couches inférieures à cet horizon géologique est principalement calcaire et a toujours une puissance inférieure à 100 mètres.

Ainsi le type jurassien ou subpélagique du terrain néocomien persiste partout où l'étage jurassique montre encore une partie de ses assises supérieures, l'étage corallien du moins. Mais dès que l'on entre réellement dans les Alpes, nous avons vu que l'étage corallien disparaissait lui-même, et alors le terrain néocomien repose immédiatement sur l'étage oxfordien : alors aussi, brusquement, sa puissance devient plus grande, ses caractères sont plus uniformes dans les couches de chaque assise, et les fossiles, les couches oolitiques ou lumachelliques, y deviennent beaucoup plus rares. C'est le faciès légèrement pélagique du terrain néocomien, et c'est ce type alpin qu'il présente dans les montagnes de l'Isère et de la Drôme. Alors sa puissance, aux environs de Grenoble, par

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, 14 octobre 1849.

exemple, s'élève à plus de 1,000 mètres, tandis qu'avec le type jurassien, même dans les localités les plus rapprochées, comme Chaille, le Mont-du-Chat, les Balmes de Voreppe, elle ne dépasse pas 5 ou 600 mètres et reste habituellement bien inférieure à ce chiffre. C'est ce brusque accroissement de puissance, coïncidant avec des accidents orographiques un peu compliqués, qui me fit croire, il y a quelques années, à l'existence d'un système supérieur au terrain néocomien proprement dit. C'est une erreur sur laquelle je dois revenir pour l'abandonner entièrement (1).

L'étage néocomien inférieur à l'horizon des marnes à Spatangues est beaucoup plus développé dans le type alpin que dans le type jurassien ; mais sa composition et son aspect sont plus uniformes dans les différentes couches. Il est formé de marnes et de calcaires plus ou moins marneux, grisâtres, bleuâtres ou jaunâtres, d'une structure généralement grenue, mais non oolitique : à sa base, il est toujours marneux et se confond facilement avec les couches également marneuses qui terminent l'étage oxfordien. Plus haut viennent les assises calcaires auxquelles se rapportent les couches de Fontanil, entre Voreppe et Grenoble. L'*Ostrea Couloni*, *O. macroptera*, *Holaster L'Hardy*, *Terebratula hippopus*, *Rhynchonella difformis*, de grandes Ammonites, etc., sont les fossiles que l'on trouve dans ces calcaires, assez abondamment sur quelques points, mais, en somme, assez rarement.

L'horizon des marnes à Spatangues se trouve placé à peu près juste au milieu de l'épaisseur du terrain néocomien ; mais ces marnes elles-mêmes n'ont qu'une faible puissance par rapport aux masses qui les surmontent, ou à l'étage qui leur sert de base. Du reste, le *Toxaster complanatus* y est assez abondant partout : c'est le seul fossile du terrain néocomien que l'on soit à peu près sûr de rencontrer quand les marnes auxquelles il appartient sont à découvert dans les montagnes de la Chartreuse, du Villard-de-Lans et du Royannais.

L'étage néocomien supérieur aux marnes à Spatangues est entièrement calcaire et formé de roches compactes, très rarement grenues, oolitiques ou subcrayeuses : c'est le calcaire à *Caprotina ammonia*, dans lequel ce fossile est généralement assez fréquent, mais très empâté. Ce calcaire a souvent en partie un faciès corallien ; il se montre pétri de polypiers souvent très gros, à l'état saccharoïde. Un fait remarquable, c'est qu'alors, comme l'étage

(1) *Etudes sur les terrains secondaires des environs de Grenoble*, 1846.

corallien du terrain jurassique, il renferme des bancs subordonnés de calcaires magnésiens et même de dolomie grenue, cristalline. J'ai observé ce fait sur une grande échelle dans le terrain néocomien supérieur des Grands-Goulets, sur la route neuve du Vercors, au Pont-en-Royans. Cette relation si fréquente des calcaires magnésiens avec les bancs de polypiers en place tend bien à montrer que l'action des êtres organisés n'est pas restée étrangère à la production de ces sédiments magnésiens.

Vers le milieu ou dans la partie supérieure des calcaires compactes à *Caprotina ammonia*, on trouve intercalée une assise mince de couches marneuses, grisâtres, contenant des fossiles variés; les plus fréquents sont de petites *Orbitolites*, analogues à celles de la Perte du Rhône, mais de forme plus élevée et un peu conique : *Toxaster oblongus*, Ag.; *Nucleolites Roberti*, Alb. Gras; *Diadema carthusianum*, Alb. Gras; *Goniopygus delphinensis*, Alb. Gras; *Salenia personata*, Ag., etc.; et dans les calcaires en contact immédiat avec ces marnes : *Pterocera pelagi*, Br.; *Janira Deshayesiana*, d'Orb.; *Pygaulus depressus*, Ag.; *Pygaulus cylindricus*, d'Orb., etc. Ces couches marneuses s'observent, par exemple, très bien à Côte-Peillard, sur le chemin de Saint-Laurent à la Chartreuse, au-dessus de la Porte-OEillette; en descendant du Haut-du-Seuil à Saint-Bernard; à Roche-Pleine, près Saint-Égrève; à Sassenage; au-dessus du Pas-de-l'Échelle, sur Saint-Gervais; sur le Chemin-des-Rages, entre Reneurel et le Villard-de-Lans, etc.... De plus, les mêmes fossiles se retrouvent en plus grande abondance et accompagnés de beaucoup d'autres à la partie tout à fait supérieure du terrain néocomien, aux Ravix, près Villard-de-Lans, et au Rimet, commune de Reneurel. Dans ces localités, le calcaire à *Caprotina ammonia* est recouvert par une assise de marnes dures, grisâtres, pétries d'Orbitolites, et contenant une grande variété de fossiles, d'oursins surtout : ces derniers ont été décrits par M. Albin Gras dans son *Mémoire sur les oursins fossiles du département de l'Isère*. Ces couches fossilifères du Rimet et des Ravix constituent l'assise la plus élevée du terrain néocomien, et même, d'après quelques uns des fossiles, on pourrait la regarder comme représentant l'étage *aptien* de M. d'Orbigny.

Cette assise marneuse, supérieure, du terrain néocomien, est recouverte immédiatement par le gault; mais le plus souvent, par exemple, dans toute la Chartreuse et les environs immédiats de Grenoble, elle n'existe pas, et le gault repose directement sur des calcaires blancs compactes, ordinairement remplis de *Caprotina ammonia*.

Gault.

Le nom de *gault* s'applique rigoureusement à une petite assise de couches marno-sableuses, jaunâtres, pétries de points verts et de grains quartzeux, dans lesquelles on trouve des fossiles bien caractéristiques. Ces fossiles sont à l'état de moules argileux, jaunâtres, ne faisant qu'une faible effervescence avec les acides; ce sont d'ailleurs les espèces du gault d'Escragnolles et de la Perte du Rhône. Aux environs de Villard-de-Lans et de Rencurel, le gault est bien développé et les fossiles bien conservés; mais dans les environs de Grenoble et les montagnes de la Chartreuse, les fossiles sont presque toujours brisés et usés par un transport plus ou moins lointain, ou par l'agitation des eaux où ils se sont déposés. De plus, le gault proprement dit, l'assise marno-sableuse qui renferme ces fossiles, est presque toujours réduit à une très faible épaisseur, souvent à 1 ou 2 décimètres, et les moindres accidents du sol suffisent pour en masquer les affleurements. Cependant la couche fossilifère se retrouve, avec des fossiles bien reconnaissables, à Fontaine et Saint-Égrève, près Grenoble, à la Ruchère, à Saint-Pierre-d'Entremont, Entremont-le-Vieux, etc. Elle forme ordinairement la base d'une petite assise de grès quartzeux, plus ou moins grossiers, à ciment argilo-calcaire, bien visibles; par exemple, à Fontaine, à Saint-Pierre-d'Entremont; mais cette assise sableuse est extrêmement variable d'épaisseur, et le plus souvent réduite à quelques décimètres.

A la Ruchère, j'ai trouvé la couche fossilifère du gault reposant immédiatement sur le calcaire à *Caprotina ammonia*, et recouverte immédiatement par la craie : là, l'épaisseur totale du gault n'est pas de plus de 2 ou 3 décimètres. Mais en général il n'en est pas ainsi; entre le terrain néocomien et le gault proprement dit, il existe une assise bien constante de calcaires sableux, jaunâtres, avec points verts, de structure grenue, pétris de parties spathiques, qui sont des débris d'Entroques et de piquants d'Oursins. Cette assise est éminemment lumachellique. Sur la surface altérée du calcaire, on voit toujours se détacher des débris d'Encrines circulaires ou pentagonales, de baguettes d'oursins, de petits polypiers, des coquilles brisées, telles que petites huîtres, Rhynchonelles, etc.; mais en général on n'y trouve point de fossiles déterminables. Cependant je rapporte à cette assise la couche à fossiles du Haut-Méaudret, près Villard-de-Lans, où l'on trouve quelques oursins (*Diadema Lucæ*, Ag.; *Discoidea subuculus*, Ag.); des Térébratules

(*T. Dutempleana*, d'Orb.), et quelques autres fossiles mal déterminés encore.

Ces lumachelles, placées entre le terrain néocomien et le gault proprement dit, me paraissent appartenir à ce dernier étage. Elles sont, en effet, en relation intime avec la petite couche fossilifère qui les surmonte, et contiennent souvent elles-mêmes des grains quartzeux ou des fragments roulés comme ceux qui la composent. A la carrière de Roche-Pleine, près Saint-Égrève, la liaison est si intime, que les fossiles roulés du gault proprement dit ne forment point une couche distincte, mais sont incrustés irrégulièrement dans la couche la plus élevée de ces calcaires lumachelliques, ou bien épars sur sa surface supérieure; ils servent ainsi à marquer la limite et la liaison entre la craie chloritée qui les surmonte et les lumachelles qui leur servent de base. Celles-ci ont une épaisseur totale de 5 mètres, et elles reposent immédiatement, sans aucune transition, sur le calcaire blanc compacte à *Caprotina ammonia*.

Ces mêmes calcaires lumachelles, que je regarde comme l'assise inférieure du gault, se retrouvent partout avec les mêmes caractères dans les montagnes de la Chartreuse et du Villard-de-Lans; tandis que le gault proprement dit, réduit le plus souvent à une très faible épaisseur, est masqué par les moindres accidents du sol, et ne se voit, pour ainsi dire, que dans les localités privilégiées.

La puissance des lumachelles inférieures du gault est d'ailleurs très variable: nous avons dit plus haut qu'elle semblait réduite à zéro à la Ruchère; elle est de 5 mètres à Saint-Égrève, à peu près la même à Fontaine; mais elle atteint bien au moins 20 ou 25 mètres à la Fauge et à Méandret, près le Villard-de-Lans, sur les montagnes du Charmant-Som, du Haut-du-Seuil, et de l'Alpette, à Entremont, etc.

Ordinairement ces couches reposent directement sur le calcaire compacte à *Chama ammonia*; quelquefois alors elles présentent à leur base des sables, comme à Méandret, près le Villard-de-Lans. Dans les localités de Ravix et du Rimet, où le terrain néocomien finit par l'assise des marnes à Orbitolites, les lumachelles du gault reposent sur ces marnes; mais elles ne renferment ni les Orbitolites, ni le *Rhynchonella Bertheloti* d'Orb., si commun dans les dernières couches néocomiennes de Ravix, ni les diverses espèces d'oursins abondantes dans ces mêmes assises. Aux Ravix comme à Saint-Égrève, comme à Entremont, etc., ces couches de calcaires lumachelliques se montrent indépendantes du terrain néocomien, et,

au contraire, en relation intime avec le gault proprement dit qui les recouvre.

Ainsi l'étage du gault, dans les montagnes du département de l'Isère, me paraît représenté par deux assises :

1° Assise inférieure, ou *lumachelles du gault :* calcaire jaunâtre, sableux, grenu, pétri d'Entroques, de piquants d'oursins, de petits polypiers, de Térébratules et autres coquilles brisées ; puissance variable, généralement, de 5 à 30 mètres.

2° Assise supérieure, ou *gault proprement dit :* grès argilo-calcaire, à grains quartzeux, et contenant des moules de fossiles presque toujours roulés et usés ; ces fossiles sont les espèces caractéristiques du gault d'Escragnolles, de la Perte du Rhône, etc. ; puissance généralement faible, souvent réduite à quelques décimètres, même un ou deux seulement. Dans beaucoup de localités, cette assise semble manquer, mais c'est peut-être par suite d'accidents du sol qui tendent à en masquer les affleurements ; et on la retrouve sur assez de points pour considérer son existence comme constante.

Craie.

La série des étages crétacés supérieurs au gault a été jusqu'ici tout à fait méconnue dans le département de l'Isère : sous le nom de *calcaires de l'étage du grès vert*, on a compris, et j'ai décrit moi-même autrefois, une puissante série de couches où nous allons retrouver tout à l'heure les représentants de la craie tuffeau et de la craie blanche. En dehors de ces couches, généralement sans fossiles, on ne connaissait que la craie verte sableuse de la Fauge, près de Villard-de-Lans, classée, d'après ses fossiles, dans la craie chloritée inférieure ; mais le peu d'étendue de l'affleurement et les bouleversements compliqués du vallon de la Fauge avaient fait méconnaître la position de cette craie chloritée par rapport aux autres couches crétacées : on la regardait généralement comme *supérieure* à la série des calcaires du *grès vert*. Toutefois, il y a quelques années (1), j'avais bien reconnu qu'elle leur était inférieure ; je l'avais même regardée comme reposant directement sur le terrain néocomien. Depuis, d'autres observateurs ont retrouvé la même craie verte à Saint-Agnan en Vercors, et M. Berthelot

(1) *Études sur les terrains secondaires des environs de Grenoble*, 1846.

avait cru voir qu'elle y était recouverte par des calcaires siliceux blanchâtres ; ses observations trop rapides ne lui permirent pas de formuler la chose avec certitude.

Tel était l'état de nos connaissances en juillet 1850. A cette époque, un amateur distingué de Grenoble, M. Repellin, me communiqua des exemplaires de *Belemnitella mucronata*, qui lui avaient été donnés comme venant d'Entremont-le-Vieux (Savoie). Nous allâmes ensemble explorer cette localité, et nous apprîmes qu'elle avait été visitée par M. l'abbé Chamousset, de Chambéry. J'ignore si M. Chamousset a publié quelque chose à ce sujet, et je dois dire d'avance que je n'ai pas eu d'autres renseignements que ceux que je viens d'exposer. Dans cette même course, je traversai avec M. Repellin les pâturages de l'Alpette et du Haut-du-Seuil, situés sur le haut plateau calcaire qui sépare la vallée d'Entremont de celle du Graisivaudan ; nous y reconnûmes la présence de la craie à des niveaux de plus de 1,600 mètres. Les résultats de cette excursion furent communiqués par moi à la Société de statistique de l'Isère, et insérés dans son Bulletin de 1850.

Depuis, j'ai recherché la craie d'Entremont dans tout le massif des montagnes de la Chartreuse ; je l'ai reconnue dans un grand nombre de localités, je peux même dire dans toutes celles où elle existe : j'ai vu ainsi ses caractères se modifier en approchant de Grenoble, et je suis parvenu à y rattacher la puissante série des calcaires à silex sans fossiles que j'avais autrefois étudiés à Saint-Égrève, à Fontaine et dans les montagnes du Villard-de-Lans. Enfin, j'ai constaté que cette grande masse de calcaires recouvrait la craie chloritée de la Fauge, et que celle-ci reposait sur le gault tel que nous l'avons défini ci-dessus.

Je vais donc exposer d'abord les caractères de la craie dans le massif d'Entremont et de la Chartreuse.

La vallée d'Entremont-le-Vieux, depuis le village d'Epernay (Savoie) jusqu'à Saint-Pierre-d'Entremont (France), offre en son milieu une grande faille dirigée, comme tous les accidents de cette région, du S.-S.-O. au N.-N.-E. ; la craie s'appuie à l'O. sur le terrain néocomien et le gault, et au fond de la vallée, elle se trouve en contact avec les couches supérieures de l'étage oxfordien. Le gault repose immédiatement sur le calcaire néocomien supérieur, blanc, compacte, à *Caprotina ammonia :* il se compose, comme nous l'avons dit, d'une assise lumachellique ayant environ 20 mètres d'épaisseur, et d'une petite couche de gault proprement dit avec ses fossiles caractéristiques, généralement roulés et usés. Immédiatement au-dessus commence la craie ; elle a une puis-

sance considérable, au moins 100 mètres, et présente, examinée de bas en haut, les caractères suivants :

1° Craie marneuse, dure, jaunâtre ou grisâtre, sans fossiles, avec rognons pyriteux et concrétions siliceuses, de structure grenue, mais sans véritables silex.

2° Couches plus tendres, non siliceuses, d'un gris clair, avec *Inocérames* assez abondants, à l'état d'empreintes mal conservées (*I. cuneiformis*, d'Orb. ?)

3° Longue série de couches crayeuses, blanchâtres, avec beaucoup de rognons ferrugineux, mais sans silex ; *Inocérames* et quelques empreintes de *Hamites* ; j'en ai recueilli un assez bel exemplaire, qui me paraît être le *H. armatus*, d'Orb., que l'on retrouve dans la craie chloritée de la Fauge. En outre, ces mêmes couches renferment beaucoup de plaques de structure fibreuse, ou fragments d'*Inoceramus Cuvieri*.

4° Couches crayeuses analogues, avec *Belemnitella mucronata*, *Ananchytes conica*, *Micraster cordatus*, Ag., *Inoceramus Cuvieri*.

5° Couches plus dures, contenant encore les mêmes fossiles, et commençant à se remplir de rognons de silex.

6° Couches tout à fait dures et pétries de silex ; les dernières prennent même une structure bréchiforme et très variable ; mais comme elles sont en contact avec la ligne de faille, il est possible qu'elles doivent cet état bréchiforme au brisement qu'elles ont éprouvé. Dans des bancs un peu plus homogènes, alternant avec des lits très siliceux, on trouve encore le *Belemnitella mucronata*, le *Janira quadricostata*, d'Orb., une *Baculite* indéterminable. Mais, en général, dans toute cette assise supérieure, le calcaire est très dur, pétri de rognons de silex, et dépourvu de fossiles.

La craie, telle que nous venons de la décrire, occupe une grande partie du flanc ouest de la vallée ; un peu plus au S., elle semble se perdre au milieu des bouleversements du terrain néocomien ; mais on peut encore en suivre des affleurements jusqu'au bord du Guiers-Vif, où on la retrouve, serrée dans un pli étroit du terrain néocomien, sous le château d'Entremont. Les couches y sont très brisées et prennent à la partie inférieure une teinte foncée et une structure inaccoutumée. Mais dans les couches supérieures de cet affleurement, sur la rive gauche du Guiers, j'ai encore recueilli de beaux exemplaires de *Belemnitella mucronata*. De là, montant au château d'Entremont, et suivant la gorge qui aboutit au pré de Bovines, on est toujours sur la craie, serrée dans un pli étroit du terrain néocomien supérieur. A Bovines même, elle forme le sol de la prairie et repose sur le gault et le terrain

néocomien que l'on traverse en descendant au couvent de la Grande-Chartreuse ; et elle est recouverte par une masse renversée de gault et de calcaire néocomien supérieur, formant la crête la plus élevée du Grand-Som. On peut même suivre la craie dans des prairies et des ravins blanchâtres qui s'étendent jusqu'au-dessous du sommet de cette crête.

La craie se trouve ici sur un des points les plus élevés et les plus bouleversés des montagnes de la Chartreuse; et, en général, c'est dans des gisements de ce genre, dans les plis étroits du terrain néocomien qu'elle s'est trouvée abritée contre l'érosion, et qu'elle a pu se conserver. Les coupes que j'ai faites des montagnes de la Chartreuse indiquent sa présence sur un grand nombre de points, dont voici l'énumération :

1° Sur le haut plateau calcaire, séparant la vallée du Graisivaudan de celle d'Entremont: au pré de l'Alpette, sur Bellecombe; dans la gorge de Valfroide; au pré de Marcieu; aux pâturages du Haut-du-Seuil; au col de Bellefont, et de là jusqu'au-dessus de la source du Guiers-Mort.

2° Dans la vallée d'Entremont-le-Vieux, entre Épernay et Saint-Pierre d'Entremont; sous le château d'Entremont, au bord du Guiers ; tout le long de la gorge d'Entremont à Bovines, et sous la crête la plus élevée du Grand-Som.

3° Dans le vallon de Corbet, sur la droite du Guiers-Vif, où elle est recouverte par la mollasse ; dans le centre du vallon de la Ruchère, et au-dessus des dernières maisons de cette commune ; de là, à travers les forêts de la Grande-Chartreuse, on la suit d'une manière continue en passant par la grange d'Arpizon, la combe des Molières (où elle est recouverte encore par un petit lambeau de mollasse), les granges de Corde et de l'Essart-Rocher, où l'on retrouve encore assez abondamment le *Belemnitella mucronata* et l'*Ananchytes conica*.

4° La montagne du Charmant-Som, où la craie forme le sol de vastes pâturages. Cette montagne présente des replis compliqués du terrain néocomien supérieur, dans les concavités desquels la craie se retrouve presque constamment, soit au-dessus du hameau des Cotaves et près du col de Porte, soit dans les grandes prairies du sommet.

Dans toutes ces localités, la craie offre le même aspect et les mêmes fossiles qu'à Entremont ; jusque dans les prés du Charmant-Som, j'ai retrouvé le *Belemnitella mucronata*, l'*Inoceramus Cuvieri* et l'*I. cuneiformis* dans les couches inférieures. La désagrégation facile de la craie, sa nature un peu marneuse, favorisent la forma-

tion d'un gazon serré, et presque tous les hauts pâturages du massif de la Chartreuse sont ainsi constitués par la craie. Le plus souvent, du reste, dans les diverses localités que nous venons d'énumérer, on ne rencontre que les assises inférieures de la craie; je n'ai trouvé le *Belemnitella mucronata* que dans les vallons d'Entremont et de Corbet, à l'Essart-Rocher et au Charmant-Som ; l'*Inoceramus cuneiformis*, qui appartient aux couches inférieures, est le seul fossile répandu dans toutes les localités. De même, les silex de la craie ne se voient en place que dans les points où subsistent les assises supérieures ; mais dans beaucoup d'autres leurs débris remaniés attestent l'existence de ces couches que l'érosion a fait disparaître, ou qui sont masquées par la végétation.

Les couches moyennes et inférieures de la craie tendent à prendre une structure de plus en plus compacte : ainsi, à l'Essart-Rocher, l'assise immédiatement inférieure aux couches à *Belemnitella mucronata* se compose de calcaires durs, grenus, remplis de grains verts, et fournissant de grandes dalles minces, connues vulgairement sous le nom de *lauzes*. Des *lauzes* semblables s'exploitent sur plusieurs points des environs des Échelles, sur le plateau de Berlan, par exemple, au Châtelard, etc. : elles me paraissent appartenir au même niveau géologique.

Des montagnes de la Chartreuse, et du Charmant-Som en particulier, on descend dans la vallée de l'Isère par le vallon de Proveysieux ; il est sur le prolongement de la même ligne de faille qui, au nord du Guiers-Mort, comprend les vallons de Corbet et de la Ruchère, Arpizon, les Molières, Corde et l'Essart-Rocher. Dans toutes ces localités, nous avons signalé la craie bien caractérisée ; au-dessus d'elle, la mollasse à Corbet et aux Molières : il en est de même dans la vallée de Proveysieux. Depuis le col de la Charmette jusqu'à Saint-Égrève, le centre de cette vallée est occupé par de la mollasse; sous cette formation apparaissent des couches qui nécessairement représentent la craie et le gault. Elles recouvrent régulièrement, à l'ouest, le terrain néocomien, et se redressent à l'est contre la faille, au pied des montagnes du Charmant-Som, de la Pinea, et du Casque-de-Néron. Mais, en général, ces couches n'offrent plus l'aspect crayeux des localités que nous avons citées jusqu'ici, et je n'ai pu y découvrir aucun fossile. La partie inférieure se compose de calcaires en bancs minces, compactes et marneux ou sableux, ou de structure grenue, pétris généralement de petits grains verts; ils sont exploités pour pierres plates désignées communément sous le nom de *lauzes* : ils reposent sur le gault réduit à une épaisseur de 5 ou 6 mètres. La partie

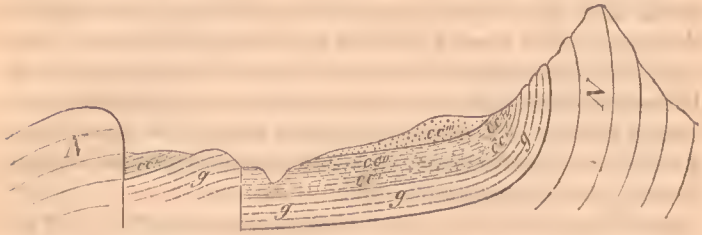
supérieure consiste en calcaires blanchâtres, durs et compactes, avec grande abondance de rognons de silex, comparables entièrement, du reste, aux couches les plus élevées de la craie d'Entremont. Il est évident, d'après cela, que les *lauzes* marneuses ou grenues à grains verts représentent les couches inférieures de la craie, les assises 1, 2 et 3 d'Entremont-le-Vieux, et que les calcaires blanchâtres à silex représentent la craie supérieure, ou les assises 4, 5 et 6 de la même localité. Le faciès seulement a changé; les couches sont devenues généralement plus compactes, plus dures, et les fossiles ont disparu.

La même série de couches (gault, lauzes marneuses, sableuses ou grenues à grains verts, calcaires blanchâtres à rognons de silex) se représente de l'autre côté de l'Isère, à Fontaine, et sur toute la montagne qui domine Sassenage; elles forment le sol des communes de Pariset et d'Engins, les parois du défilé que suit la route de Sassenage à Lans. Dans ces dépôts, dont l'épaisseur est bien plus considérable que celle de la craie des montagnes de la Chartreuse, je n'ai trouvé aucun fossile déterminable; mais leur superposition au gault et la comparaison de leurs caractères avec ceux de la craie de la Chartreuse ne sauraient laisser de doutes sur leur classement géologique. Un de mes amis et compagnons ordinaires de voyage, M. Jayet, a même trouvé le *Belemnitella mucronata* à Pariset, dans un calcaire blanchâtre qui malheureusement était hors de place; mais on ne saurait douter de la présence de ce fossile en place dans les calcaires de cette localité, et de nouvelles explorations l'y feront sans doute reconnaître.

Ainsi les relations de superposition et de continuité nous conduisent à identifier déjà les *lauzes* et les calcaires siliceux de Fontaine, Sassenage, etc., avec la craie inférieure et la craie blanche des montagnes de la Chartreuse. Mais une preuve plus satisfaisante de ce rapprochement se montre aux environs du Villard-de-Lans, où l'on voit apparaître entre le gault et les lauzes une assise de couches fossilifères bien caractérisées comme craie chloritée inférieure.

On connaît depuis plusieurs années déjà les fossiles provenant de la craie chloritée de la Fauge, près du Villard-de-Lans, mais personne n'avait encore bien déterminé la position de cette craie chloritée par rapport aux autres assises crétacées; les bouleversements compliqués du sol, dans le vallon de la Fauge, apportaient à cette détermination quelques difficultés. Je crois être parvenu à les surmonter.

Une coupe perpendiculaire à l'axe du vallon de la Fauge, et faite vers le milieu de la longueur, donne la disposition suivante :



N, terrain néocomien supérieur, calcaire blanc, compacte, à *Caprotina ammonia ;* g, gault ; *cc*, craie chloritée ; les couches inférieures *cc'* ne paraissent pas renfermer de fossiles ; elles sont remplies seulement de grandes concrétions cylindroïdes affectant une apparence organique ; du reste, elles ont la même structure que les couches suivantes *cc''*. Celles-ci sont les couches de craie verte sableuse connues par leurs nombreux fossiles ; les principales espèces sont : *Discoidea cylindrica*, Ag. ; *Holaster lævis*, Ag. ; *Diadema variolare*, Ag. ; *Hemiaster bufo*, Ag. ; *Micraster distinctus*, Ag. ; *Turrilites Bergeri*, d'Orb. ; *T. Puzosianus*, d'Orb. ; *Hamites armatus*, d'Orb. ; *H. elegans*, d'Orb. ; *Baculites baculoides*, d'Orb. ; *Ammonites inflatus*, d'Orb. ; *A. Mantelli*, Sow. ; etc.

Ces fossiles montrent que la craie verte de la Fauge répond à la partie inférieure de la craie chloritée.

Au-dessus de cette assise, la seule dont les fossiles aient été étudiés jusqu'ici, on trouve sur la pente du vallon une couche *cc'''* de sables d'un vert tendre, alternant avec quelques bancs de grès friables, presque blancs. Les fossiles sont beaucoup plus rares dans ces sables que dans l'assise précédente, mais ils sont tous différents. J'y ai recueilli : *Ammonites varians*, Sow., qui y est assez commun et bien caractéristique ; *Turrilites costatus*, Sow. ; *Discoidea rotula*, Ag. ; *Belemnites ultimus*, d'Orb. ?, *Avellana cassis*, d'Orb. ; dents de poissons, etc. Je regarde cette assise de sables verts comme représentant plus spécialement la craie chloritée de Rouen dont elle renferme plusieurs fossiles. Du reste, je n'ai trouvé jusqu'ici les espèces qui la caractérisent que sur un seul point, vers le sommet du grand ravin de la Fauge, par lequel est faite la coupe ci-dessus.

Si de ce point on se dirige vers le nord en suivant le flanc du vallon, on continue à marcher sur les mêmes sables verts recou-

vrant la craie verte à *Discoidea cylindrica* et *Turrilites Bergeri*. On arrive ainsi à la base d'une montagne formée de couches horizontales qui ferme au nord le vallon de la Fauge; les sables verts en sont la base; ils sont recouverts par des grès d'un vert plus pâle ou blanchâtres. Puis vient la série des assises qui, à Fontaine, Sassenage, etc., repose immédiatement sur le gault; des *lauzes* grisâtres, d'abord sableuses, puis purement marneuses, ayant même en partie l'aspect crayeux, d'autres fois grenues et remplies de grains verts; et enfin des calcaires blancs ou jaunâtres, en bancs généralement minces, pétris de rognons de silex. Ces couches sont donc supérieures à la craie chloritée de la Fauge; elles ne peuvent donc représenter que la craie tuffeau et la craie blanche.

Pour confirmer cette conclusion, j'ai cherché à retrouver sur d'autres points des environs du Villard-de-Lans, entre le gault et le système des lauzes et des calcaires à silex, des couches analogues à la craie chloritée de la Fauge. Jusqu'ici de pareils dépôts n'avaient été signalés nulle part; on en trouve cependant d'assez bien développés sur les bords de la Bourne et sur la montagne à laquelle appartient la localité bien connue des Ravix. Mais l'état presque entièrement sableux sous lequel ils se présentent et la rareté des fossiles avaient empêché jusqu'ici de reconnaître leur analogie avec la craie chloritée inférieure de la Fauge.

En sortant de la vallée de Lans, la Bourne coupe d'abord perpendiculairement les couches fortement inclinées de la craie blanche et de la craie tuffeau, c'est-à-dire des calcaires blancs ou jaunâtres pétris de silex, puis des lauzes et des calcaires marneux bien stratifiés, généralement subcrayeux ou compactes, à cassure très unie; ces couches deviennent sableuses à leur base, et passent à des grès à ciment calcaire, gris ou blanchâtres. Après avoir coupé cette série de couches, la Bourne tourne brusquement au nord, et l'on voit alors qu'elle a creusé son lit dans une assise toute sableuse placée entre les couches que nous venons d'énumérer et le gault des Ravix, qui est en face, sur sa rive gauche. Des lambeaux de cette assise sableuse se voient sur les deux côtés de la rivière, depuis ce point jusqu'au hameau du Bas-Méaudret : ce sont des sables verts, faiblement agglutinés, alternant avec des lits de grès à ciment calcaire et passant dans le haut à des grès d'un vert pâle, quelquefois rosés, enfin blanchâtres. Les fossiles y sont rares et mal conservés; cependant j'y ai recueilli *Holaster lævis*, Ag.; *Micraster distinctus*, id.; *Ammonites Mantelli?*, fossiles communs dans la craie chloritée de la Fauge, et aussi l'*Ammonites latidorsatus*, Mich., qui passe du gault dans ces couches. Un peu plus

au N. sur la rive gauche du ruisseau de Méaudre, qui vient rejoindre la Bourne, j'ai recueilli dans les mêmes sables un plus grand nombre d'espèces : *Holaster lævis ; Baculites baculoïdes* (commun) ; *Hamites armatus ; H. elegans ; Scaphites æqualis ; Ammonites inflatus ; Turrilites Bergeri*, et plusieurs autres espèces non déterminables, dont quelques unes semblent être des fossiles du gault mêlés à la craie chloritée par suite d'un remaniement. Quoi qu'il en soit de ces dernières, celles que nous venons de citer, qui sont bien caractérisées et les plus abondantes, sont des espèces bien connues dans la craie chloritée de la Fauge, et elles suffisent pour établir le parallélisme entre cette craie et les sables verts des bords de la Bourne.

D'ailleurs, ces sables sont évidemment placés entre le gault et les lauzes : sur la rive droite de la Bourne et la gauche du ruisseau de Méaudre, ils forment la base du coteau, et sont recouverts par les grès, les lauzes sableuses, puis marneuses, taillées en abrupt. De l'autre côté de la Bourne, les mêmes sables verts forment toute la partie moyenne de la montagne que la rivière contourne avant de se jeter dans une fente étroite du terrain néocomien. On peut en voir une assez belle coupe au-dessus du hameau des Olivots, où la série des terrains se présente en couches à peu près horizontales. Le hameau est sur le gault, reposant à quelques pas de là sur le calcaire à *Caprotina ammonia*. Au-dessus du gault viennent immédiatement les sables verts, dont les couches inférieures, plus solidement cimentées, rappellent tout à fait celles de la Fauge ; et vers le sommet de la montagne, on trouve successivement des grès à ciment calcaire verdâtres, gris ou presque blancs, des lauzes, d'abord très sableuses, puis argileuses et compactes, et enfin commençant à renfermer des silex, sur le plateau supérieur de la montagne.

Il ne saurait donc plus rester de doute sur la classification des diverses assises crétacées que l'on observe autour du Villard-de-Lans. Le système des calcaires à silex, des lauzes, et des grès à ciment calcaire est supérieur aux couches fossilifères de la Fauge et aux sables verts des bords de la Bourne qui en sont les équivalents ; ceux-ci reposent directement sur le gault, et représentent la craie chloritée inférieure ; donc les grès blanchâtres, les lauzes sableuses ou argileuses, les lauzes grenues à points verts sont les représentants de la craie tuffeau, et les calcaires à silex répondent à la craie blanche.

Mais la série des couches crétacées semble encore devoir s'accroître d'un autre terme. Au-dessus des calcaires à silex, on observe

une assise de calcaires en couches minces, très régulières, contenant de grandes huîtres plates, dont le test a une épaisseur de plus de 2 centimètres. Ces calcaires à huîtres se montrent sur le flanc O. de la vallée de Lans, et mieux encore dans celle de Méaudre, où le terrain crétacé n'a pas éprouvé autant de dénudations; on les retrouve encore dans d'autres vallées crétacées, comme celle du Vercors et de Lus-la-Croix-Haute. Sur le chemin de Lans à Méaudre, en descendant sur ce dernier village, j'ai rencontré dans ces calcaires, tout à fait à la partie supérieure du terrain crétacé, qui, à quelques pas de là, est recouvert par la mollasse, une couche pétrie d'*Orbitolites*. Ces orbitolites offrent une grande analogie d'aspect avec celles qui caractérisent la craie supérieure de diverses localités, et il est à croire que, si cette couche fournit des fossiles déterminables, ils serviront à établir un parallélisme avec un étage crétacé supérieur encore à la craie blanche.

Ainsi, pour résumer tout ce qui a rapport à l'âge relatif des divers étages crétacés que l'on observe dans le département de l'Isère, nous pouvons dresser le tableau suivant :

ENTREMONT ET CHARTREUSE.	S.-ÉGRÈVE ET FONTAINE, PRÈS GRENOBLE.	VILLARD-DE-LANS.	
		Calcaires à Orbitolites, de Méaudre. Calcaires en couches minces avec grandes huîtres.	Craie supérieure.
Calcaires compactes, durs, pétris de silex. Calcaires crayeux ou sub-compactes, avec *Belemnitella mucronata* et *Ananchytes conica*.	Calcaires blanchâtres, pétris de rognons de silex, sans fossiles.	Calcaires blanchâtres, pétris de rognons de silex, sans fossiles.	Craie blanche.
Calcaires crayeux ou sub-compactes, avec *Inoceramus Cuvieri*, *Hamites*, etc. Calcaires marneux, sub-crayeux ou compactes, avec *Inoceramus cuneiformis*.	*Lauzes* de structure crayeuse, avec des silex encore dans les couches supérieures, et remplies de petits grains vert. *Lauzes* argileuses, jaunâtres ou grisâtres; lauzes sableuses; grès à ciment calcaire; grès presque entièrement siliceux, à grains verts.	Calcaires argileux, en couches d'épaisseur variable, jaunâtres ou grisâtres. Calcaires argileux et sableux, généralement grisâtres. Grès à ciment calcaire, gris ou blanchâtres, verts dans la partie inférieure. Sables gris ou verdâtres, presque incohérents.	Craie tuffeau ou craie chloritée supérieure.
		Sables verts à *Ammonites varians* (la Fauge). Craie verte inférieure, à *Discoidea cylindrica*, *Turrulites Bergeri*, etc., de la Fauge; et sables verts équivalents des bords de la Bourne.	Craie chloritée inférieure.
Gault proprement dit, marno-sableux, contenant, à l'état de moules plus ou moins roulés, les espèces caractéristiques d'Escragnolles, etc. ... *Calcaires sableux lumachelliques*, jaunâtres, à Entroques et bagnettes d'Oursins; couche fossilifère du Haut-Méaudre, près Villard-de-Lans.			Gault.

Cette série d'étages a toujours pour base le terrain néocomien supérieur; la superposition paraît généralement concordante, et l'examen des accidents orographiques, les coupes de la Fauge (données ci-dessus), des montagnes de la Chartreuse, etc., montrent que tous les grands traits du relief du sol sont d'une date postérieure à la période crétacée. Ainsi, je regarde aujourd'hui comme illusoires et seulement apparentes toutes les discordances de stratification que l'on a cru apercevoir, que j'avais cru moi-même reconnaître entre le terrain néocomien et les terrains crétacés qui lui sont superposés (1). Cependant il est encore probable

(1) *Études*, etc., déjà citées.

qu'il existe entre ces formations une légère discordance, analogue à celle qui a lieu entre le terrain néocomien et le terrain jurassique : le gault ne repose pas toujours sur la même assise du terrain néocomien ; à de très petites distances, auprès du Villard-de-Lans, par exemple, on le voit reposer sur le calcaire blanc compacte à *Caprotina ammonia*, ou sur les marnes à *Orbitolites*, à *Rhynchonella Bertheloti*, etc., qui forment une assise supérieure à ce calcaire. Le développement très inégal du gault suivant les localités, à de faibles distances, est encore un fait que nous avons signalé plus haut et qui rend encore probable cette hypothèse, que le fond de terrain néocomien sur lequel s'est déposé le gault, et ensuite la série des étages de la craie, présentait une surface assez irrégulière, des saillies et des dépressions sensibles. Mais les traces de ces inégalités ont été complétement masquées par les soulèvements qui ont eu lieu depuis la fin de la période crétacée.

Séance du 17 *novembre* 1851.

PRÉSIDENCE DE M. CONSTANT PRÉVOST.

M. Ch. Deville, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Beudant, ingénieur des mines, rue du Four-Saint-Germain, 39, à Paris, présenté par MM. Coquand et Deville ;

Boutiot, greffier du tribunal civil, à Troyes (Aube), présenté par MM. Clément Mullet et Michelin ;

Curioni (Jules), membre de l'Institut I.-R. des sciences de Lombardie, à Milan (roy. Lomb.-Vénitien), place S. Angelo, 1427, présenté par MM. de Collegno et L. Pareto ;

Dubocq, ingénieur au corps national des mines, à Bone (Afrique), présenté par MM. Coquand et Deville ;

Grellois (Eugène), médecin en chef de l'hôpital militaire, à Metz (Moselle), présenté par MM. Matheron et Coquand ;

Le docteur Lavalle, directeur du jardin botanique, à Dijon (Côte-d'Or), présenté par MM. de Christol et de Verneuil ;

De Montmollin (Auguste), propriétaire, à Neuchâtel (Suisse), présenté par MM. J. Thurmann et Ch. Martins;

Penuela (Lino), ingénieur des mines, à Carthagène (Espagne), présenté par MM. de Verneuil et Paillette.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, octobre 1851; in-4.

De la part de M. A. Favre, *Le phénomène erratique dans les environs du lac Supérieur*, extrait, par M. A. Favre, de l'ouvrage ayant pour titre : *Lake Superior*, par M. L. Agassiz (extr. de la *Bibl. univ. de Genève*, janv. 1851); in-8, 32 p. Genève, 1851; chez Ramboz et Ce.

De la part du gouvernement des États-Unis, *Report*, etc. (Rapport explicatif sur une carte du bassin hydrographique du Haut-Mississipi), par M. J.-N. Nicollet; in-8, 170 p., 1 carte en 2 feuilles. Washington, 1843; chez Blair et Rives.

— *Notes*, etc. (Notes relatives à une reconnaissance militaire du fort Leavenworth (Missouri) à San-Diego (Californie), par le major W.-H. Emory; in-8, 416 p., 43 pl., 1 carte. Washington, 1848; chez Wendell et Van Benthuysen.

— *Geographical*, etc. (Mémoire géographique sur la Haute-Californie, pour l'explication de la carte de l'Orégon et de la Californie), par M. J.-Ch. Frémont; in-8, 67 p. et la carte. Washington, 1848; chez Wendell et Van Benthuysen.

— *Report*, etc. (Relation d'une reconnaissance géologique du district Chippewa, dans le Wisconsin, et de la partie nord de l'Iowa), par M. David Dale Owen; in-8, 134 p., 37 pl. Washington, 1848.

— *Map*, etc. (Carte des terrains métallifères adjacents au lac Supérieur cédés aux États-Unis par le traité de 1842 avec les Chippewas); 1 feuille.

— *The official journal*, etc. (Journal officiel du lieutenant-colonel Philippe Saint-Georges Cooke, de Santa-Fé à San-Diego, etc.); in-8, 85 p, Washington, mars 1849.

— *Message*, etc. (Message du président des États-Unis aux deux chambres du congrès, 1re session du 31e congrès, 1849-50); 1re, 2e et 3e parties; in-8, 850 et 1215 p., 5 tableaux, 40 pl. Washington, 1849.

— *Report on California*, par E. Butler King; in-8, 72 p. Washington, 1850.

— *Information*, etc. (Documents relatifs à la géologie et à la topographie de la Californie); in-8, 127 et 37 p., 13 pl. Washington, 1850.

— *Report*, etc. (Rapport sur la géologie et la topographie d'une portion du district du lac Supérieur, dans l'État de Michigan); in-8, 224 p., 3 cartes, 12 planches. Washington, 1850.

— *Reconnaissances*, etc. (Reconnaissance des routes de San-Antonio à El-Paso, du fort Smith à Santa-Fé, expédition dans le pays de Navajo, et reconnaissance des frontières occidentales du Texas); in-8, 250 p., 73 pl. Washington, 1850.

De la part de M. Henri Hennessy, *Abstract*, etc. (Extraits de Mémoires lus à la Société géologique de Dublin) (extr. du Journ. de cette Soc.); in-8, 6 p.

— *Researches*, etc. (Recherches sur la physique terrestre) (extr. des *Philosoph. Transact.*, part. 11, 1851); in-4, p. 495 à 547. Londres, 1851; chez Richard Taylor.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1851, 2e sem., t. XXXIII, nos 18 et 19; in-4.

L'Institut, 1851, nos 931 et 932; in-4.

Zeitschrift, etc. (Bulletin de la Société géologique allemande), vol. Ier, 3 cah., de févr. à oct. 1849; vol. II, 4 cah., de nov. 1849 à oct. 1850; vol. III, 1er cah., de nov. 1850 à janv. 1851; in-8. Berlin, 1849, 1850 et 1851.

Proceedings of the Academy of natural sciences of Philadelphia, vol. V, no 7; in-8.

Boston journal of natural history, vol. VI, nos 1 et 2, 1850; in-8.

Proceedings of the Boston Society of natural history, vol. III, 1848 à 1851. Cambridge, 1851.

The Athenæum, 1851, nos 1254 et 1255; in-4.

Memorias de la real Academia de ciencias de Madrid, 3e série : *Sciences naturelles*, t. Ier, 1re partie ; in-4.

Resumen de las actas de la Academia real de ciencias de Madrid en el ano academico de 1849 *à* 1850 ; in-8.

Bericht, etc. (Comptes rendus des discussions de la Société des naturalistes de Bâle, d'août 1848 à juin 1850), no 9. Bâle, 1851 ; in-8.

M. Vilanova y Piera présente le 1er volume des *Mémoires de l'Académie des sciences de Madrid*, et donne lecture de la lettre de M. D. Mariano Lorente, secrétaire perpétuel de cette Académie.

M. Adolphe Schlagintweit, de Berlin, communique les résultats de quelques unes des observations qu'il a faites avec son frère, M. Hermann Schlagintweit, sur la formation des vallées dans les Alpes (1).

Il donne d'abord des détails sur le procédé qu'ils ont suivi pour la détermination de la hauteur des montagnes par le baromètre, et il prend comme exemple la détermination de la hauteur du Grossglockner, en Karinthie. Ils ont obtenu, par des observations barométriques pour lesquelles on pouvait profiter d'observations correspondantes très soignées, avec des instruments comparés aux leurs, une hauteur de 3949m,5. Ils ont pu, par l'examen détaillé des observations antérieures, y rectifier quelques erreurs, de sorte que ces observations s'accordaient avec les résultats qu'ils ont obtenus eux-mêmes. On peut donc affirmer que le Grossglockner est la cime la plus élevée de toutes les Alpes orientales et en même temps de toute l'Allemagne : on croyait d'abord que c'était l'Ortles, qui se trouve aux confins du Tyrol et de la Suisse, et qui, d'après deux très bonnes observations trigonométriques, n'est élevé que de 3917 mètres.

Relativement à la formation des vallées, M. Schlagintweit fait remarquer que les vallées présentent toujours une alternance de bassins bien marqués, plus ou moins larges ; entre

(1) Voir *Recherches sur la géographie physique des Alpes*, par MM. Hermann Schlagintweit et Adolphe Schlagintweit, 1850. Ouvrage allemand.

ces bassins on trouve des gorges plus étroites, souvent assez longues, et quelquefois des descentes très rapides, qui ont la forme de hautes murailles. A l'extrémité supérieure de la vallée, il y a en outre de grands cirques qui se rattachent aux crêtes des montagnes, et qui, dans les Alpes centrales, sont souvent remplis par de grands amas de neige et de névé qui forment les réservoirs d'où s'échappent les longs glaciers.

M. Schlagintweit insiste d'une manière particulière sur ce que les Alpes ne se composent pas de longues chaînes parallèles, mais au contraire de plusieurs grands massifs souvent ellipsoïdaux. Les vallées longitudinales se trouvent aux limites de ces massifs, et elles affectent souvent des directions très variées.

M. Schlagintweit annonce ensuite qu'il a déterminé l'inclinaison moyenne du fond de beaucoup de vallées à l'aide de cartes détaillées et de mesures de hauteurs faites dans différentes stations, et il a trouvé, avec une grande constance, que l'inclinaison de la vallée augmente à mesure qu'on s'avance de l'ouverture de la vallée ou de son extrémité inférieure vers son extrémité supérieure.

Il cite comme exemple la vallée transversale et bien régulière de l'Oetzthal en Tyrol, dans laquelle il a obtenu pour les inclinaisons des parties inférieure, moyenne et supérieure, les nombres : 1° 10′, 2° et 6°.

M. Schlagintweit parle ensuite des relations entre la hauteur des vallées et le soulèvement général d'un massif ; il fait observer que la formation des vallées dans les Alpes ne peut être attribuée uniquement à l'action des eaux, quoiqu'elles aient produit souvent de grands effets ; mais ces effets sont minimes lorsqu'on les compare aux profondeurs et à l'énorme développement des vallées alpines.

Les lacs qui souvent se trouvent dans les grands bassins ne peuvent avoir produit les bassins, puisqu'au contraire leurs eaux, retenues par les inégalités du sol dans les gorges plus basses, qui peu à peu étaient perforées par l'érosion, ne pouvaient que s'accumuler dans des vides qui existaient déjà avant leur arrivée. Les effets de l'érosion sont le plus développés dans les gorges étroites et inclinées qui unissent les bassins ; mais M. Schlagintweit a pu se convaincre par plusieurs exem-

ples remarquables que ces érosions sont limitées au fond des vallées, et qu'il est même bien rare qu'elles atteignent 200 à 250 mètres de hauteur au-dessus du thalweg.

La formation des vallées est évidemment liée d'une manière bien intime aux forces générales qui ont produit le soulèvement et la configuration de la grande chaîne des Alpes. Il semble qu'il y ait eu une série de soulèvements consécutifs, auxquels s'unissaient en quelques endroits des affaissements et des chutes partielles ; c'est dans ces endroits qu'on trouve maintenant les plus grandes cavités et les plus larges bassins.

M. Schlagintweit ajoute que cet été il s'est livré à des observations plus détaillées sur les inclinaisons des parois des vallées et sur les pentes des montagnes, depuis le fond des vallées jusqu'aux sommités des cimes. C'est d'abord M. Élie de Beaumont qui, par ses nombreuses et ingénieuses observations, a montré l'intérêt général de pareilles données, et ses résultats ont été parfaitement confirmés par les observations de M. Schlagintweit.

M. Schlagintweit présente ensuite à la Société trois nouveaux appareils clino-métriques qui lui ont servi dans ses observations.

Les pentes des montagnes qui s'élèvent des deux côtés d'une vallée, mesurées depuis le fond de la vallée jusque sur les hauteurs des crêtes, ne dépassent guère, en moyenne, 35°, comme l'avait déjà énoncé M. Élie de Beaumont.

Les vallées étant moins étroites que l'on ne pourrait le supposer, il circule une assez grande quantité d'air entre les différentes chaînes des Alpes. Ceci est un fait assez remarquable pour la climatologie des Alpes et pour l'influence physique que peut exercer la masse d'une chaîne de montagnes ; on doit aussi en tenir compte pour l'échange de température entre l'atmosphère et entre la terre.

Dans les vallées longitudinales, les pentes des parois des deux côtés ne sont souvent que de 28 à 30°, et quelquefois elles se réduisent à 20° vers les extrémités des Alpes où les vallées acquièrent ordinairement une largeur considérable en même temps que la hauteur des montagnes diminue.

Le plus généralement les inclinaisons sont plus fortes dans les parties les plus rapprochées des cimes. Cette différence est

surtout très sensible lorsqu'on prend les moyennes des observations sur les cimes et sur les crêtes même, et si on les compare aux inclinaisons des mêmes massifs qui encaissent les vallées. Les premières inclinaisons sont toujours de 40 à 50°, tandis que les dernières sont, comme on vient de le remarquer, de 35°. Les mesures des cimes et des parties élevées du Mont-Blanc, du Mont-Rose et du massif du Finsteraarhorn, ont surtout confirmé cette règle, qui est générale, et qui se vérifie, bien que d'une manière moins nette, même dans les chaînes les moins élevées des Alpes.

M. Raulin donne lecture d'un extrait d'une lettre de M. Buvignier en date du 17 septembre 1851, relatif à la position des grès d'Hettange (Moselle).

J'ai reçu dernièrement du colonel Hennoque un extrait des *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Metz*, où il revient en partie à mon opinion sur les grès d'Hettange, sur la position desquels on a tant discuté. Il conclut que les grès d'Hettange sont identiques avec ceux de Luxembourg et d'Arlon ; mais il continue à les regarder comme inférieurs aux couches à *Gryphæa arcuata*.

Or, suivant une ligne passant par Boust et Faulbach, on voit la succession de couches suivante : le coteau qui domine Boust est formé par l'oolite inférieure, au-dessus de laquelle se trouvent les argiles supérieures du lias qui renferment à leur partie moyenne des marnes à plaquettes ferrugineuses fossilifères. Boust est bâti à la ligne de jonction supérieure du grès d'Hettange qui forme une pente plus rapide au-dessus du village et qui repose sur des marnes à *Belemnites elongatus* et à *Ammonites planicosta*, espèces postérieures aux *Gryphæa arcuata*. Ces marnes, de couleur jaunâtre, sont la partie supérieure d'un puissant massif d'argile bleue peu fossilifère où j'ai recueilli quelques fragments d'*Ammonites* et de *Belemnites*, et de dessous lequel sortent, plus à l'E., à Faulbach, les marnes et calcaires à *Gryphæa arcuata*, à 3 ou 4 kilomètres au N. de Lentzich.

Quant à la gryphée qui se trouve dans les couches qui recouvrent le grès d'Hettange, à Hettange, à Roussy, à Boust, etc., ce n'est nullement la *Gryphæa arcuata*, mais bien la *G. obliquata* ou la *G. Maccullochia*, qui se retrouvent plus haut dans le lias.

Du reste, les grès d'Hettange étant identifiés par les fossiles que M. Hennoque a recueillis à Arlon et à Luxembourg avec le grès de

Luxembourg, et celui-ci n'étant autre que le calcaire sableux des Ardennes, il ne peut rester le moindre doute sur l'antériorité des *Gryphæa arcuata*, antériorité qu'on ne pourrait contester qu'en supposant une faille dont aucune circonstance ne vient appuyer l'existence.

Voici ce que j'imprimais en mars 1848, après un voyage interrompu par un temps qui rendait la région argileuse tout à fait impraticable : « Quoique plusieurs contre-temps m'aient empêché, à » diverses reprises, de vérifier si le grès d'Hettange se prolonge au » N. d'Aspelt, je regarde comme plus probable qu'il se rattache, » vers Hespérange, à la partie supérieure des grès du Luxembourg. » Les fleuves, les courants ou les autres causes qui donnaient une » nature sableuse aux dépôts du nord du bassin liasique pendant » la formation des argiles qui recouvrent les calcaires à gry- » phées arquées dans la vallée de la Moselle, auraient agi avec » plus d'énergie ou auraient étendu leur action dans un plus grand » rayon, de sorte que les dernières couches sableuses auraient re- » couvert une partie des dépôts argileux contemporains des assises » sableuses moyennes et inférieures. »

M. Raulin ajoute que, n'ayant pas visité Hettange, il ne sait si les grès de cette localité appartiennent à l'étage de ceux de Luxembourg. Mais, pour ces derniers, ainsi que pour leur prolongement à l'O. dans les départements de la Meuse et des Ardennes, il n'a pas le plus léger doute sur leur position ; pour lui, comme pour MM. Buvignier et Dumont, ils forment un système puissant à la partie moyenne du lias, au-dessous des marnes à Bélemnites, et au-dessus du calcaire à Gryphées arquées.

M. Terquem, à l'occasion de la note de M. Buvignier, qui précède, présente les observations suivantes :

M. Buvignier rapporte le grès de Luxembourg, et par conséquent le grès d'Hettange, aux assises moyennes du lias, et fonde sa manière de voir sur deux faits principaux :

1° La gryphée arquée qu'on a cru reconnaître dans ce grès, et qui a servi de base pour déterminer son classement, ne présente pas les formes de celle qui caractérise le calcaire à gryphites ; elle est la véritable *Gryphæa obliqua*, de Sowerby, variété de la *Gryphæa cymbium*. Cette coquille, caractérisant le lias moyen et ne

se trouvant jamais au-dessous, il s'ensuit que le grès qui la renferme doit également appartenir au lias moyen.

2° Une coupe prise à Boust montre ce grès limité par deux massifs de marnes qui, évidemment, appartiennent au lias moyen; il ne peut donc rester aucun doute sur la place que le dépôt gréseux doit occuper.

Les géologues du département de la Moselle n'adoptent pas l'opinion de M. Buvignier, et classent ce grès dans la partie inférieure du lias, par ces motifs :

1° La gryphée n'a jamais servi de base pour déterminer le classement du grès; on a été guidé uniquement par la ressemblance de cette coquille avec un grand nombre d'analogues qui se rencontrent dans le calcaire à gryphites; son peu de développement est la conséquence du milieu dans lequel elle vivait et en raison directe de la petite quantité de calcaire que renfermait cette mer. Dans le lias à gryphites, le même phénomène se présente, et les gryphées sont comme atrophiées quand les circonstances les obligeaient à vivre dans des bassins presque uniquement marneux ou peu calcareux.

La gryphée arquée, pétrifiée comme celle du calcaire bleu, se trouve en certaines localités à Hettange, accompagnée par l'*Ammonites Bucklandi* en alluvion sur le grès même. La comparaison de la faune, qui accompagne la *Gryphæa cymbium* avec celle qui se rencontre dans le grès, vient encore infirmer l'opinion de M. Buvignier.

Avec la *Gryphæa cymbium*, on trouve les *Ammonites Davoei* et *planicosta*, une très grande quantité de Bélemnites, des Térébratules et des Spirifères.

Dans le grès, aucun fragment de Bélemnite ni de brachiopode ne s'est présenté à nos nombreuses et fréquentes investigations; mais nous possédons l'*Ammonites Moreanus* (d'Orb.), dont la position n'est pas douteuse, une quantité de gastéropodes rares pour toute la formation liasique et des acéphales dont quelques uns sont identiques avec ceux du lias à gryphites, et de plus des assises uniquement formées de cardinies.

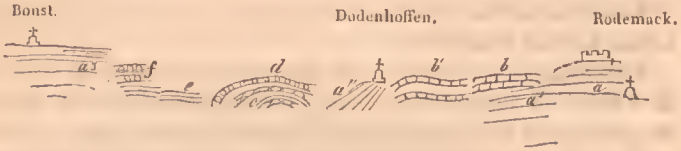
M. Dunker, dans sa *Paleontographica*, a publié des fossiles d'Halberstadt, dont la majeure partie est analogue à ceux d'Hettange et des environs d'Arlon; la roche est un grès sableux que ce géologue place au-dessous du calcaire à gryphites, bien que d'autres aient cru devoir le rattacher au terrain crétacé.

2° De ce que le grès est enclavé entre deux massifs de marne

dont l'âge est bien déterminé, on ne peut conclure que ce grès doive s'y rapporter.

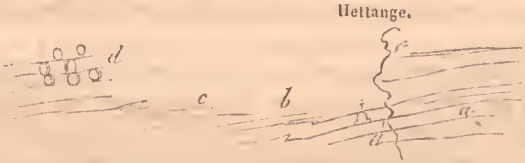
Il faut examiner si la direction du grès est identique avec celle des marnes, et chercher si quelque phénomène particulier n'a pas exercé une influence antérieure.

Si nous prenons la localité de Boust, indiquée par M. Buvignier, si nous nous dirigeons à 4 kilomètres nord au delà, nous trouvons la coupe suivante :



a Massif de grès qui supporte un ancien château fort.
a' Le calcaire à Gryphées arquées superpose le grès naturellement.
a'' Le grès plonge avec une inclinaison de 60 degrés environ.
a''' Grès faisant suite à la colline rocheuse qui borde la vallée dans la direction du nord au sud.
b' Deux lits de calcaire bleu, à Gryphées, dont la courbure fait plonger les extrémités.
c Trois lits de calcaire ocreux, à *Gryphæa cymbium*, avec Bélemnites.
d Mince couche de bolnetz, assez ordinaire sur l'oolite et le lias.
e Marnes feuilletées du lias moyen.
f Marnes à ovoïdes ferrugineux, dont la direction est, du S.-O. à l'E., en discordance complète avec le grès qui forme le plateau.

A Hettange, nous avons la coupe qui suit :



a Grès dont l'extrémité plonge beaucoup en *a'*.
b Calcaire avec Gryphées arquées, avec Térébratules et Spirifères.
c Marnes moyennes.
d Marnes à ovoïdes ferrugineux.

En prenant la coupe de Longwy à Luxembourg, du S. au N., nous trouvons une disposition semblable :

Longwy est placé sur un massif oolitique, dont le sommet est le *fuller's-earth* avec ses roches subordonnées; au-dessous sont les assises du calcaire ferrugineux, renfermant l'*Ammonites Sowerbyi*, et dans la plaine les marnes liasiques; à 3 kilomètres, à Longlaville, les collines présentent l'oolite ferrugineuse et le *marly-sandstone;* à Rodange, les nodules calcareux renferment les *Ammonites bifrons* et *Holandrei*. Plus loin (4 kilomètres), la zone

des marnes bitumineuses que nous avons suivie depuis Aubange jusqu'à Differdange (12 kilomètres environ); à 8 kilomètres au delà, se présente le calcaire à gryphées, qui appelle d'autant plus l'attention que des fours à chaux sont placés sur le bord de la route ; vient enfin le grès qui constitue le terre-plein de Luxembourg.

En suivant la même direction, et descendant dans la vallée d'Esch, on trouve, un peu à l'O., le grès reposant directement sur les marnes irisées.

Nous ajouterons enfin une observation que nous avons été à même de faire récemment.

A Hettange, les fossiles sont placés exclusivement dans un lit de 1 mètre de puissance environ, recouvert par environ 20 mètres de grès, tantôt en lits irréguliers, tantôt en masses ; dans la direction N.-E., à 16 kilomètres au delà, en face de Mondorf, la couche fossilifère est recouverte par 3 mètres de grès sableux, et se trouve placée à plus de 50 mètres au-dessus du niveau de la plaine. A 3 kilomètres au delà, dans la même direction, à Dalheim, la couche fossilifère est au niveau du sol et à plus de 100 mètres au-dessus de la plaine. Ce point est un des plus culminants et domine toute la campagne.

Depuis Boust (4 kilomètres de Hettange) jusqu'à Dalheim (16 kilomètres) et au delà, le grès forme des escarpements abrupts, au pied desquels se présente partout le lias à gryphées arquées.

Si, aux coupes que nous avons produites et à la disposition de la couche fossilifère, nous ajoutons le fait mentionné plus haut, la présence de la gryphée arquée et de l'*Ammonites Bucklandi*, en alluvion sur le grès, et encore la perforation des assises supérieures par des saxicaves, nous obtenons la démonstration d'un principe : le soulèvement du grès et son émersion longtemps avant le dépôt du calcaire à gryphées arquées.

De là on peut conclure que le grès de Luxembourg et de Hettange est bien infra-liasique.

Nous aurions pu produire d'autres coupes et d'autres preuves à l'appui de notre opinion, si nous n'avions craint de dépasser la limite ordinaire d'une note; nous nous proposons d'être plus explicite, de donner un ensemble d'études orographiques et pétrographiques, lorsque nous aurons à publier notre travail sur la faune du grès.

M. Buteux met sous les yeux de la Société des silex assez communs dans le diluvium et dans les sables glauconieux éocènes du département de la Somme. La forme de ces silex se

rapporte évidemment à deux types : l'un offre un cône obtus, dont la partie la plus large, qui serait la partie supérieure, paraît être terminée par une sorte de couvercle ; il représente absolument la disposition de certains radiolites ; l'autre semble être la réunion de deux valves dont les parties extérieures s'étendent chacune d'un côté, mais en sens toujours opposé. L'absence de traces d'organisation suffit-elle pour les faire considérer comme des *ludus*, tels que les pierres d'Imatra, en Finlande, et des Sphérosidérites houillers ? Ces silex, vu leur parfaite symétrie, ne seraient-ils pas des rudistes ou plutôt des spongiaires que la silice aurait pénétrés ?

M. Hébert annonce en quelques mots les résultats sommaires d'une excursion récemment faite par lui dans les terrains tertiaires de l'Angleterre, et qu'il se propose d'ailleurs de développer dans une prochaine séance de la Société.

M. Abel Transon fait la communication suivante :

Note sur l'île de Jersey, par M. Abel Transon.

La forme générale de l'île est celle d'un rectangle dont le plus grand côté (E. à O.) est de 15 à 16 kilomètres, et l'autre de 8 en moyenne. Le relief est celui d'un plateau légèrement incliné vers le S.-S.-E.

Au N., la côte est formée de falaises très escarpées. A l'O., le rivage exposé aux vents de la haute mer est couvert de sables mobiles et présente un aspect aride. Toute la pointe S.-O. offre au navigateur une suite de rochers abrupts, d'une teinte rouge, dont l'aspect rude forme un vif contraste avec le paysage pauvre mais calme de la baie de Saint-Brelade, et surtout avec la magnifique baie de Saint-Aubin qui s'ouvre au S. de l'île. Le fond de cette baie est dominé par une suite de collines dont les versants se parent, jusqu'aux bords de la mer, de la plus riche verdure. Le plateau général s'abaisse vers les cantons du S.-E., remarquables par leurs belles prairies. Une ligne idéale qu'on tirerait de la ville de Saint-Hélier, située à l'extrémité E. de la baie de Saint-Aubin, jusqu'au fort de Montorgueil qui domine le petit port de Gorey sur la côte E., laisserait à sa droite la basse région des prairies. Depuis Gorey, la côte redevient abrupte jusqu'à la pointe de Verclut, au N.-E. Toutefois on y remarque plusieurs

petites anses, dont la principale, au fond de la baie de Sainte-Catherine, est depuis quelques années le siége de travaux considérables ayant pour objet d'en faire un port militaire.

Depuis le cap Frémont, qui est au milieu de la côte N., jusqu'à la pointe de l'Étacq au N.-O., on voit une formation granitique où le mica est généralement assez rare et fait souvent place à l'amphibole, de sorte que la roche devient une véritable syénite. C'est dans cette région que sont ouvertes les belles carrières de Montmado qui envoie ses produits en Angleterre. Ces terrains cristallisés, granitiques ou syénitiques, paraissent former la base du plateau; on les voit percer souvent au milieu des sables de la côte O. Ils constituent toute la suite des rochers de la pointe S.-O. Ils entourent la baie de Saint-Brelade, et sont exploités au promontoire de Noirmont, entre cette baie et celle de Saint-Aubin. Dans celle-ci on les retrouve jusqu'auprès de la petite ville de Saint-Aubin, et aussi à la pointe S.-E., dans le canton de Saumarez. Enfin, on les retrouve dans la direction de la ligne ci-dessus indiquée comme limite du plateau entre Saint-Hélier et Gorey.

Sur ces divers points la roche n'est pas identique. Elle passe quelquefois à l'état terreux par suite de l'altération de son feldspath; mais il faut surtout noter dans tout le canton de Saint-Brelade une variété à texture très serrée, à grains très fins, sans mica ni amphibole apparente, et d'une teinte rouge clair. Cette roche est en masse auprès de l'église de Saint-Brelade, mais à l'extrémité O. de la baie de ce nom on la voit paraître en veines ou minces filons à travers un granite à gros grains et d'un blond cendré, qui est l'objet d'une exploitation assez active.

Dans ces mêmes terrains cristallins, j'ai rencontré, dans deux localités très distantes (1), de véritables filons d'une roche verte et terreuse (roche amphibolique altérée?), qui ont de un demi-mètre à 1 mètre d'épaisseur. Dans la baie de Saint-Malo, en Bretagne, on voit dans le granite quelques filons d'une roche analogue, mais très consistante.

Le second trait qu'il faut fixer dans une esquisse géologique de l'île, c'est la superposition aux terrains cristallins d'un schiste ancien, sans fossiles apparents, lequel règne dans tout le fond de la baie de Saint-Aubin, entre la ville de ce nom et celle de Saint-

---

(1) La première est à la pointe de Plémont, N.-O. de l'île; la deuxième en sortant de Saint-Hélier, route de Grouville, c'est-à-dire dans la partie S.-E.

Hélier, comme aussi dans toutes les petites vallées qui, de cette baie, remontent à l'intérieur.

Ce schiste est à l'état normal, c'est-à-dire avec tous les caractères d'une roche argileuse et feuilletée; dans les collines au-dessus de la ville de Saint-Aubin, il y alterne avec quelques couches minces dont la structure est évidemment arénacée; mais à mesure qu'on marche vers l'E., c'est-à-dire vers la ville de Saint-Hélier, la roche schisteuse change de caractère; elle devient de plus en plus dure et compacte; sa cassure est conchoïde, avec des teintes bronzées. Enfin, au versant de la petite vallée de Saint-Sauveur, près Saint-Hélier, la structure feuilletée a complétement disparu. La roche, devenue très dure, est pénétrée, tantôt de petits cristaux (feldspathiques?) d'environ 1 centimètre de long sur 1 millimètre d'épaisseur, et tantôt de noyaux amygdaloïdes de spath calcaire : ceux-ci ont quelquefois disparu en laissant une simple cavité.

Ces roches porphyriques et amygdaloïdes m'ont semblé être le résultat d'un véritable métamorphisme du schiste de Saint-Aubin, et ce métamorphisme lui-même serait dû à l'éruption d'une roche cristalline, qui forme, sous le nom de Mont-de-la-Ville (*Town-Hill*) une colline isolée, abrupte, dirigée du S.-O. au N.-E., c'est-à-dire perpendiculairement au rivage et dans la direction de Saint-Hélier à Gorey. Cette hauteur s'avance dans la mer; elle abrite le port de Saint-Hélier et forme la limite de la baie à l'E. La roche qui la compose m'a paru offrir quelques uns des caractères de la diorite, et certainement elle est fort distincte des roches cristallines que j'ai décrites ci-dessus.

Les schistes métamorphiques de la vallée de Saint-Sauveur se retrouvent sur la ligne de Saint-Hélier à Gorey et notamment au pied de l'église de ce nom; d'autre part la roche de Mont-de-la-Ville m'a paru constituer également la hauteur isolée qui termine cette ligne, et sur laquelle est construit le fort de Montorgueil.

Deux autres terrains d'une époque probablement plus récente que le schiste de Saint-Aubin dominent dans la partie N.-E. de l'île.

En suivant la côte E., à partir de Gorey, on rencontre premièrement, sur une petite étendue, de véritables porphyres à pâte et à cristaux feldspathiques, et, ensuite, dans la petite anse, appelée *Anne-Port*, une roche arénacée, d'un rouge foncé et d'une consistance extrêmement tenace. Ce grès occupe dans l'île une bande étroite, dirigée du S.-E. au N.-O., d'Anne-Port (sur la côte E.) à Boulay-Bay (sur la côte N.). Dans la baie de Boulay ce

grès offre les mêmes caractères qu'à Anne-Port, mais avec des grains très gros; de plus, certaines parties ont perdu leur couleur avec leur consistance, et elles passent à l'état de kaolin. Au-delà de cette bande étroite de grès, toute la pointe N.-E. de l'île est formée d'un poudingue à gros galets, d'abord à teintes rougeâtres et irisées, dans le voisinage du grès d'Anne-Port, et, plus loin, d'un assez beau vert d'eau de mer. Ce poudingue est en masses coupées à pic sur les bords de la mer, dans une hauteur de 60 à 80 pieds et sans stratification distincte : c'est surtout à la pointe de Verclut qu'il faut l'étudier.

Au-delà de Boulay-Bay, sur la côte N., on voit reparaître les porphyres feldspathiques, semblables à ceux qui précèdent le grès d'Anne-Port en venant de Gorey; et par ces porphyres on rejoint les roches granitiques et syénitiques du cap Frémont.

Je viens de marquer les traits les plus saillants de la constitution géologique qu'on peut observer aux contours de l'île. Il suffit d'ajouter que toute la partie intérieure, tout ce plateau incliné vers le S.-S.-E., qui forme la majeure partie de l'île, est couverte d'un sable argileux, de un demi-mètre à 1 mètre d'épaisseur, provenant sans doute de la décomposition des roches inférieures. Ce sous-sol concourt avec l'heureuse exposition du plateau à la fertilité remarquable de l'île.

Séance du 1er décembre 1851.

PRÉSIDENCE DE M. CONSTANT PRÉVOST.

M. Ch. Deville, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Duvernoy, membre de l'Institut, professeur au Collège de France et au Muséum d'histoire naturelle, à Paris, présenté par MM. Laurillard et Élie de Beaumont;

Transon (Abel), ingénieur des mines, répétiteur à l'École polytechnique, à Paris, rue d'Enfer, 36, présenté par MM. Élie de Beaumont et Ch. Deville.

M. Robineau-Desvoidy, à Saint-Sauveur-en-Puysaie (Yonne), ancien membre de la Société, est admis, sur sa demande, à en faire de nouveau partie.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Ch. Gomart, *Le drainage au Charmel* (*Aisne*), in-8, 14 p. Saint-Quentin, 1851, chez Moureau.

De la part de M. le docteur Ferd. Roemer, *Beiträge*, etc. (Matériaux pour la connaissance de la faune fossile du terrain dévonien du Rhin) (extr. des *Mém. de la Soc. d'hist. natur. de la Prusse-Rhénane et de la Westphalie*, année 1851); in-8, 20 p., 2 pl.

De la part de M. le docteur Guido Sandberger, *Beobachtungen*, etc. (Observations sur quelques points difficiles de l'organisation des Goniatites); in-8, 15 p., 2 pl.

De la part de MM. Hermann et Adolphe Schlagintweit, *Beiträge*, etc. (Matériaux pour la topographie des glaciers) (extr. du *Bull. de la Soc. géol. allem.*, 1850, 4e cah.), par MM. Hermann et Adolphe Schlagintweit; in-8, p. 362 à 381.

— *Untersuchungen*, etc. (Recherches sur la distribution de la température moyenne annuelle dans les Alpes), par MM. Hermann et Adolphe Schlagintweit; in-4, 32 p. Munich, 1850, chez J. Roesl.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1851, 2e sem., t. XXXIII, nos 20 et 21.

L'Institut, 1851, nos 933 et 934.

Bulletin de la Société de géographie, 4e série, t. II, nos 8-9, août-septembre 1851.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, no 37, 4e année, sept. 1851.

Mémoires de la Société d'Agriculture, des sciences, arts et belles-lettres du département de l'Aube, 2e sér., t. III, nos 17 et 18, 1er et 2e trim. de 1850.

Société vaudoise des sciences naturelles, bull. no 23, t. III. Année 1851.

The Athenæum, 1851, nº 1256.

The quarterly journal of the geological Society of London, nº 28, vol. VII, novembre 1851.

Le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Cailliaud :

Note sur un nouveau fait relatif à la perforation des pierres par les Pholades, par M. Cailliaud, directeur du musée de Nantes.

Avant de parler de notre nouvelle découverte, nous ferons observer que, dans le premier numéro du *Journal de conchyliologie*, M. Deshayes a publié un savant mémoire sur la perforation des pierres par les mollusques. Il prétend que c'est à l'aide d'une sécrétion acidulée, que tous les perforants, en général, creusent les pierres.

Les nombreuses observations auxquelles nous nous sommes livré sur ces animaux nous ont démontré, que les Pholades, et même les Tarets, n'agissaient point par le moyen chimique comme les autres perforants, mais bien par le frottement de leurs coquilles sur la pierre.

L'examen des échantillons que nous exposons ici devrait constater ce que nous avons avancé.

Pour prouver que la coquille ne pouvait pas user la pierre, 1º on nous engageait à en faire l'épreuve, disant que le plus habile des ouvriers regarderait la proposition d'un tel travail comme dérisoire.

C'est ce que nous avons fait en creusant un trou de 18 millimètres de profondeur avec les coquilles de deux jeunes Pholades dans la pierre d'où elles étaient sorties, et dans l'espace d'une heure et demie de travail.

2º On prétend que ces mollusques sont sans force et qu'ils ne peuvent pas opérer de mouvement rotatoire.

Nous n'avons pas encore vu les Pholades se tourner dans leurs trous, il est vrai, mais nous présentons ici leurs trous portant tous les caractères de leur travail ; en agissant de haut en bas, elles se servent de leur coquille comme d'un pilon, pour prolonger leur perforation, tournant ensuite par saccades dans un mouvement de va et vient, hachant la pierre toujours avec les aspérités renouvelées sur leur coquille, pour élargir leur demeure.

Les traces constantes d'un pareil travail doivent démontrer que

ces mollusques ont beaucoup plus de force qu'on ne leur en avait supposé.

Le jeune âge était encore un obstacle, disait-on.

Nous soumettons ici de jeunes individus de 5 millimètres de longueur avec leurs trous dans la pierre, lesquels sont déjà hachés par le choc de leur petite coquille.

Mais, dit-on encore, ces mollusques manquent de points d'appui.

Les traces de leur travail seulement prouveraient le contraire; ces points d'appui, ils les trouvent dans leur pied, dans le fort muscle de leurs pièces accessoires en opposition de force à l'échancrure de leurs valves; en cette position, ouvrir et fermer leur coquille suffirait déjà pour user la pierre.

Le gonflement de leur siphon, au-dessus de leur coquille, serait encore un moyen d'appui.

L'argument favorable au système de la perforation chimique était qu'une sécrétion dissolvant le calcaire ne pouvait avoir accès sur des roches d'une autre nature, où, en effet, on ne rencontrait jamais de mollusques perforants.

Comme le dit M. Deshayes, les mollusques n'attaquent jamais que le calcaire, leur sécrétion est donc un acide.

Maintenant, messieurs, nous vous ferons part de notre nouvelle découverte sur les côtes de notre département, où, dans les basses marées d'octobre dernier, nous avons trouvé les Pholades perforant une roche primitive, le gneiss micacé, grenatifère. Nous livrons ces échantillons curieux à votre examen.

Ils prouveront, nous n'en doutons pas, le moyen mécanique par le frottement des coquilles, qui, en usant le mica, désagrége la roche.

L'existence des Pholades perforant le gneiss nous donne l'explication des anciens trous que nous trouvâmes dans un porphyre protoginique altéré de Lessines, en Belgique, ainsi que d'anciennes perforations observées dans des roches de nature volcanique, qui, du moment où il n'y a plus nécessité d'acide, ont dû, comme le gneiss, être perforées par le frottement des coquilles.

M. Hébert communique la lettre et la note suivantes de M. Ed. Collomb :

Lettre à M. Constant Prévost sur la moraine du lac du Ballon de Guebwiller, par M. Ed. Collomb.

Wesserling (Haut-Rhin), le 12 novembre 1851.

Depuis votre départ des Vosges, j'ai fait quelques courses dans nos montagnes, et j'ai recueilli encore quelques faits qui viennent s'ajouter à ceux que l'on connaît déjà sur le phénomène des anciens glaciers; et comme je vois que vous prenez un grand intérêt à la question, je prends la liberté de venir vous raconter les résultats de mes explorations. Vous avez vu ici la moraine de Wesserling et celle qui barre la petite vallée latérale d'Urbès; eh bien! j'ai trouvé dernièrement une moraine dont on n'a, je crois, pas encore parlé, qui est tout aussi caractéristique et assez remarquable pour qu'elle vaille la peine d'être mentionnée.

C'est la moraine qui barre le lac du Ballon de Guebwiller. Ce lac est placé dans une espèce d'entonnoir, du côté N.-E. de la montagne, au fond d'un grand cirque où les eaux du Ballon viennent se réunir; le trop-plein s'écoule dans la vallée de Guebwiller après avoir passé par le Florival. Ce lac est de forme circulaire, un peu allongée; il est très profond; son grand diamètre a environ 400 mètres de longueur; il est barré en aval par une accumulation de débris de roches et de graviers que j'ai examinés avec soin, et dont il n'est guère possible d'expliquer la présence et surtout la forme semi-circulaire, qu'en supposant ici l'existence d'un ancien glacier qui aurait été alimenté par les névés du cirque qui entoure le lac. Ce cirque n'est pas, comme ceux des hautes Alpes, bordé par des arêtes rocheuses, abruptes et pour ainsi dire tranchantes, mais il est entouré et dominé par deux sommets principaux, le Ballon de Guebwiller, 1426 mètres, et une autre montagne boisée, qui porte dans le pays le nom de Storckenkopf, et qui n'est guère moins élevée, 1363 mètres. Ces deux montagnes sont reliées entre elles par un col de 1150 mètres environ, qui sert de passage entre la vallée de Saint-Amarin et celle de Guebwiller, le tout avec des formes orographiques très arrondies, particulières aux Vosges, ne présentant nulle part de grands escarpements difficiles à gravir. Le diamètre du cirque tout entier, en tirant une ligne d'un sommet à un autre, présente un développement de plusieurs kilomètres.

La roche constituant toutes ces montagnes, sur le revers qui regarde le lac, se compose exclusivement d'une grauwacke que l'on rapporte au terrain de transition, soit un schiste argileux

métamorphique chargé de feldspath et d'un peu de mica. La grauwacke de cette partie du Ballon se distingue de la même roche prise sur le revers opposé de la montagne, en ce qu'elle renferme fréquemment des nodules sphériques de la grosseur du poing en moyenne, d'une roche identique, mais rassemblés moléculairement sous forme de boules, d'une couleur différente, soit plus foncée, soit plus claire que la masse enveloppante. Le nodule étant quelquefois d'une pâte friable s'est laissé déliter par les agents extérieurs : il est alors remplacé par un vide à peu près sphérique.

On reconnaît la présence de cette même roche, avec toutes ses qualités, sur la moraine qui nous occupe; elle s'y trouve à l'état de blocs erratiques de dimensions variables, mêlés de menus fragments de gravier et de sable, sans ordre et sans stratification apparente ; la plupart de ces matériaux ont conservé des formes anguleuses et des arêtes vives; ils ne sont pas arrondis et usés comme ceux que l'on rencontre sur les moraines inférieures et comme ceux que vous avez remarqués sur la moraine de Wesserling. Cet état anguleux tient sans doute au court trajet qu'ils ont parcouru, quelques kilomètres seulement; il ne leur a pas laissé le temps nécessaire pour s'ébrécher, s'user, ou s'arrondir d'une manière sensible.

La forme extérieure de la moraine est très caractéristique : en projection horizontale, elle décrit une courbe semi-circulaire qui barre le lac, concave du côté du lac, convexe du côté de la vallée de Guebwiller, et ne laisse qu'une issue fort étroite, un petit chenal entaillé à son extrémité droite pour l'écoulement des eaux. La ligne de faîte de la moraine s'élève de 15 à 20 mètres au-dessus du niveau des eaux, mais cette ligne n'est pas horizontale ; elle a un point culminant où les matériaux se sont accumulés en plus grande abondance, puis elle va en s'abaissant à droite et à gauche. Ce point culminant est placé à peu près au centre de la moraine et correspond à l'axe principal du cirque.

La coupe verticale et transversale présente, comme toutes celles des moraines frontales types, la forme d'un rempart, d'une butte, d'un grand remblai qui s'allonge en forme de digue. En amont, le talus en est à pente fort douce ; il se compose de plusieurs étages ou plutôt de grandes marches d'escaliers; en aval, le talus n'a plus de gradins; il est à pente uniforme fort inclinée, de 40 à 45°. Sur la rive droite, au point où les eaux s'échappent du lac, il existe une coupe naturelle qui n'est pas couverte par la végétation et qui permet de juger de la nature et de l'arrangement des matériaux

intérieurs. Ce sont des blocs, du gravier et du sable, entassés les uns sur les autres comme si on les eût jetés là de main d'homme, au hasard, sans distinction de volume, les plus gros blocs entourés de sable fin ou de graviers.

J'ai cherché longtemps sur cette moraine si je n'y trouverais pas quelques galets rayés, mais ils y sont fort rares, et les stries en sont mal dessinées. Ce fait négatif s'explique, du reste, par l'absence, dans la localité, de roches cristallines suffisamment dures pour faire l'office de burin : les filons de quartz y sont rares ; la roche, ayant partout la même consistance, n'est pas susceptible de se rayer elle-même, il lui manque donc une des principales qualités exigées pour que, dans un transport par la voie d'un glacier, il puisse se former des galets rayés.

La roche striée en place, en amont de cette moraine et sur le pourtour du cirque ; y est également absente ; on n'en remarque nulle part : il est vrai aussi que le roc ne s'y montre guère à nu ; il est partout couvert, soit de belles forêts de hêtres et de sapins, soit d'un riche manteau de gazon très épais.

Malgré ces faits négatifs, il n'est guère possible, en examinant sa position sur le terrain, d'attribuer l'accumulation de ce grand remblai à autre chose qu'à l'action lente et continue d'un glacier qui remplissait tout le cirque, couvrait le lac et déposait les matériaux de sa moraine frontale au point où nous les retrouvons aujourd'hui.

Cette moraine présente encore cela de particulier, qu'elle est une des plus élevées des Vosges ; elle est située à environ 1,000 mètres d'altitude ; elle est fort reculée et cachée dans une des localités les plus sauvages de ces montagnes. Si l'on admet l'existence

des anciens glaciers, elle doit compter comme un des derniers termes chronologiques, comme un des derniers effets de cette singulière époque.

Note sur les blocs erratiques du col du Bramont (Vosges).

Le col du Bramont est un point de passage entre la vallée de Saint-Amarin et celle de la Vologne; il atteint environ 800 mètres d'altitude; une petite route le traverse et relie entre eux deux villages importants, Wildenstein d'un côté, et la Bresse de l'autre. Le col, les montagnes voisines, et toute cette partie des Vosges sont entièrement granitiques. Quand on arrive au col, on y rencontre un grand nombre de blocs erratiques qu'on reconnaît, au premier aspect, pour appartenir à une variété de granite ne ressemblant pas à celui du sol sous-jacent. Mon ami M. Delesse, qui a visité la localité avec moi, trouve dans ce granite deux micas, l'un blanc d'argent, l'autre brun ou vert, puis deux feldspaths et beaucoup de quartz. Il se distingue facilement des granites du voisinage en ce qu'il n'est pas porphyroïde; ces derniers contiennent presque toujours de l'amphibole; celui-ci n'en renferme pas : c'est un granite d'un aspect très blanc; les autres ont un ton gris varié; il est donc bien ici à l'état erratique.

Ces blocs ne se rencontrent pas seulement au col du Bramont, mais on en trouve dans la vallée de Saint-Amarin, particulièrement sur sa rive droite, disséminés sur les flancs des montagnes ou bien encore sur la moraine frontale de Krüth et sur celle de Wesserling. Et cependant cette variété de granite ne se trouve nulle part en place dans cette vallée : pour trouver son véritable gisement, il faut remonter la Vologne dans la direction du lac de Retournemer; puis, à la distance de 5 à 6 kilomètres en amont du col du Bramont, on arrive au point où il se trouve en place.

Dans leur mouvement de translation, ces blocs ont donc suivi une marche singulière : ils sont partis du fond de la vallée de la Vologne; ils ont suivi sa rive gauche jusqu'au col du Bramont; on en trouve aujourd'hui, au col même, un très grand nombre; puis ils ont franchi le col; ils ont passé dans la vallée voisine de Saint-Amarin et se sont répandus sur sa rive droite et sur les moraines frontales qui s'y trouvent. Le trajet qu'ils ont parcouru présente donc, si on l'envisage au point de vue de la théorie glaciaire, une anomalie, une exception à la règle générale, puisque l'on sait que les débris de roches transportés sur le dos d'un glacier ne quittent pas la vallée dans laquelle il est encaissé.

Il me semble qu'on peut expliquer ce fait en prenant en considération la forme orographique des deux vallées. L'une, celle de la Vologne, d'où proviennent ces blocs, se dirige d'abord du N. au S., puis elle va rejoindre la Moselle après avoir décrit plusieurs circonvolutions ; mais en moyenne elle décrit une courbe qui vient aboutir du côté de l'O. Celle de Saint-Amarin, sa voisine, décrit aussi une courbe qui part du N. et se dirige insensiblement vers le S.-E. ; mais, sur un point de leur parcours, ces deux vallées sont parallèles entre elles, les deux courbes sont tangentes et ne sont séparées que par l'épaisseur du col du Bramont. Ce col correspond, d'une part, à la partie moyenne de la vallée de la Vologne, et, d'autre part, à l'origine de celle de Saint-Amarin.

En admettant un glacier remplissant la vallée de la Vologne, les blocs erratiques dont nous nous occupons faisaient partie de sa moraine latérale gauche ; ils cheminaient ainsi pendant 5 à 6 kilomètres sans quitter cette rive, qui se trouve encaissée par des sommets élevés ; puis, lorsqu'ils arrivaient à la hauteur du col, ils trouvaient là une échancrure, une dépression latérale qui leur permettait de quitter ce premier glacier pour passer sur celui de Saint-Amarin, qui les transportait sur sa rive droite et les distribuait sur le flanc des montagnes et sur les moraines frontales.

Coupe transversale des deux glaciers.

Une partie des blocs situés en A arrivaient ainsi successivement en B par un mouvement d'expansion latéral ; ils quittaient la rive gauche de la Vologne pour faire partie de la moraine latérale droite du glacier voisin. Une autre partie de ces blocs, ceux qui

se trouvaient plus rapprochés de l'axe du glacier, pouvaient suivre leur direction normale.

Ces deux glaciers, qui se trouvaient très rapprochés et parallèles sur un point seulement de leur parcours, se dirigeaient ensuite dans des directions très différentes : l'un tournait à l'O., et venait gagner la Moselle ; l'autre se dirigeait au S.-E., dans la direction de la plaine du Rhin. Il arrivait ainsi que des blocs ayant le même point de départ se trouvaient définitivement disséminés dans des contrées fort éloignées les unes des autres.

M. Ed. Collomb donne lecture d'une lettre qui lui a été adressée par M. E. Desor.

Lettre de M. E. Desor à M. E. Collomb sur les drifts *de l'Amérique du Nord.*

Frémont (Pennsylvanie), 28 septembre 1851.

. . . . . A mon retour à Boston, je compte bien reprendre cet éternel sujet du diluvium, et je ne désespère pas de vous convaincre qu'en ce qui concerne l'Amérique le transport des blocs erratiques ne saurait en aucune façon être attribué à l'action des anciens glaciers. C'est un point que j'ai discuté dans mon rapport sur le *drift* du lac Supérieur, et je suis intimement convaincu que les mêmes arguments s'appliquent au nord de l'Europe.

Mais voici une nouvelle phase qui s'ouvre dans l'histoire des dépôts quaternaires, je veux dire la distinction entre le *drift marin* et le *drift d'eau douce*. C'est un point que j'ai mentionné dans une de mes dernières lettres à notre confrère Martins, et qui n'a fait que se confirmer depuis lors. J'ai proposé de désigner le drift marin sous le nom de *laurentien*, nom qui a été adopté par la plupart des géologues américains, et que vous trouverez déjà sur les coupes géologiques à l'usage des écoles.

Ce terrain s'étend tout le long du Saint-Laurent et de ses tributaires, jusqu'au fond du lac Ontario ; mais il paraît qu'il ne s'élève nulle part à plus de 500 pieds. Par delà, le long des rives des lacs Erié, Huron et Supérieur, s'étend un vaste dépôt dans lequel on n'avait jusqu'ici découvert aucun fossile quelconque, et que j'ai pour cette raison décrit (au lac Supérieur) sous le nom de *drift* simplement. Depuis la rédaction de mon rapport, on y a trouvé des fossiles sur divers points, le long du lac Erié, sur les bords du Mississipi supérieur, à 160 pieds au-dessus du lit du fleuve, et sur

les bords de l'Ohio et de ses tributaires. Et, chose étonnante, ces fossiles sont tous, sans exception, des coquilles d'eau douce et des débris de plantes semblables à celles qui croissent de nos jours sur les bords de ces mêmes lacs. M. Lesquereux y a reconnu une quantité de feuilles de pins et plusieurs plantes marécageuses. Imaginez maintenant un dépôt d'eau douce s'étendant depuis les sources du Mississipi jusqu'à l'embouchure de l'Ohio, et depuis le lac Supérieur jusqu'aux chutes du Niagara. Bien certainement, nous n'avons rien de semblable dans l'ancien continent, si ce n'est peut-être dans quelque coin de l'Écosse, où l'on assure que certains dépôts de *till* inférieur au *till* marin sont d'origine lacustre. L'immense étendue d'un bassin d'eau douce pareil n'a point de parallèle dans l'histoire géologique, pas même dans celle de la houille, surtout quand je considère que ces mêmes dépôts se poursuivent, sans interruption, jusqu'à des niveaux de 1,200 et de 1,500 pieds; entre le lac Supérieur et le lac Michigan; en sorte qu'il faut absolument qu'à l'époque de leur déposition le niveau relatif du continent ait été différent de ce qu'il est de nos jours. J'ai proposé de désigner ce vaste dépôt sous le nom de *terrain algonquin*, d'après le nom d'une tribu d'Indiens qui jadis était répandue sur la plus grande partie de ce territoire. A voir ce dépôt dans certaines localités, telles que la côte méridionale du lac Erié, on dirait qu'il est identique avec votre *loess* du Rhin; mais, quand on vient à le poursuivre sur des milliers de milles carrés, on abandonne bientôt toute idée d'une identité d'origine. J'ai été et je suis encore incertain sur l'âge de ce terrain *algonquin*. Avant de connaître ses vastes dimensions, j'étais enclin à l'envisager comme contemporain du *laurentien*; mais je suis, depuis, revenu de cette idée, et suis tenté de le considérer comme antérieur. Je vous serais fort obligé si vous vouliez me dire votre opinion à ce sujet.

Voici cinq mois à peu près que je suis occupé à déchiffrer et à classer les différents bancs d'anthracite de la Pennsylvanie. C'est une tâche qui m'intéresse, à cause des difficultés de détail que le sujet présente, mais qui, pour le moment, ne saurait conduire à aucun résultat général. Mais je ne doute pas que je n'en retire quelque avantage pour l'étude des plissements de nos montagnes d'Europe, car je me propose bien d'aller quelque jour frapper à votre porte, et vous demander d'être mon guide dans les Vosges, après quoi nous attaquerons les Alpes. Il me semble que j'ai trouvé dans la chaîne des Alleghanis la clef de plusieurs traits de la structure des Alpes, qui auparavant m'étaient incompréhensibles. Ne serait-ce pas intéressant, si nous parvenions à réduire les phéno-

mènes des Alpes à des lois simples de plissements, y compris même la structure en éventail?

M. Ed. Collomb répond :

Il commence par remercier M. Desor de son intéressante communication. Pour pouvoir se prononcer en connaissance de cause sur l'âge relatif des deux formations américaines découvertes par M. Desor, l'une, la formation marine ou *laurentienne*, l'autre, la formation d'eau douce ou *algonquine*, il faudrait avoir sous la main quelques coupes détaillées de ces terrains comparées à celles qu'on suppose identiques en Europe, puis y joindre la liste des genres et des espèces organiques qui y ont été découvertes ; c'est même par ce dernier moyen que M. Desor arrivera sans doute à se former une opinion rationnelle sur le degré de l'échelle quaternaire auquel appartiennent ces formations. Du reste, la question est loin d'être résolue, même pour l'Europe, même pour les localités les plus explorées, puisqu'un géologue, M. Radiguel, vient récemment de faire un travail sur le terrain quaternaire du bassin de Paris, dans lequel il distingue onze *diluvium* différents. On voit que, pour quelques localités, la question se complique au lieu de se simplifier. Dans la plaine du Rhin, ces mêmes formations sont beaucoup plus faciles à étudier, puisque les *diluvium* se réduisent à trois ; ils ont des caractères si nets, si tranchés, on peut si facilement remonter à leur origine, qu'il n'est guère possible d'élever des doutes sur leur âge relatif ni sur les rapports qu'ils ont eus avec les phénomènes glaciaires. C'est ainsi que j'ai été amené à conclure que le lehm du Rhin, d'origine alpine, était le représentant du dernier terme chronologique de la série quaternaire, le dernier grand phénomène de transport de matériaux qui se soit opéré dans la contrée, et qu'il était contemporain du dépôt des moraines dans les centres montagneux du voisinage ; sans sortir de l'observation des faits, j'ai même pu aller un peu plus loin, et dire que ce lehm n'était autre chose que le résultat nécessaire de l'établissement des glaciers ; qu'il était le produit de leur frottement, de leur trituration, le produit de leur boue transporté et déposé au loin.

Quant au transport des blocs erratiques américains, M. Desor ne saurait l'attribuer à l'action des anciens glaciers. Les observations sur lesquelles il s'appuie, autant que j'ai pu en juger par ses communications précédentes, me paraissent avoir un caractère pour ainsi dire local, qui peuvent trouver leur analogue pour les

blocs du N. de l'Europe, mais qui ne me paraissent avoir aucune analogie avec les moyens de transport mis en activité dans le rayon des Alpes, dans celui des Vosges ou des Pyrénées; car il est bien évident que, pour ces dernières localités, le phénomène des blocs erratiques, celui des stries et des moraines sont intimement liés, et aucun observateur n'a encore songé à faire intervenir dans ces contrées l'action de la mer, l'action des glaces flottantes pour expliquer les choses. Il y a donc, sous ce rapport, de grandes différences entre le continent américain et celui de l'Europe centrale.

M. Delesse communique le mémoire suivant de la part de M. G. Leonhardt :

Sur les porphyres avec quartz, par M. Gustave Leonhardt (1) (extrait par M. Delesse).

Dans l'étude des porphyres, que je me propose de faire, je suivrai à très peu près l'excellente classification adoptée par M. Naumann dans son *Traité de géognosie*.

M. Naumann distingue : 1° *le porphyre sans quartz*, qui a le plus souvent une pâte foncée contenant des cristaux de feldspath, du mica, et quelquefois aussi de la hornblende; le quartz y manque complétement ou bien y est très rare; 2° *la minette*, roche composée presque entièrement de mica; 3° *le porphyre granitoïde*, dont la pâte, outre le quartz et le feldspath, contient encore du mica; on y observe des cristaux d'orthose, d'oligoclase, de quartz, de mica, et aussi des lamelles de chlorite; 4° *le porphyre euritique* (felsit-porphyr, porphyre quartzifère), dans la pâte duquel le quartz ne paraît jamais manquer; il contient ordinairement deux variétés de feldspath, et du mica; 5° *le retinite* (pechstein-porphyr).

Je désignerai le groupe de ces roches sous le nom de *porphyre euritique*, et, d'après les caractères minéralogiques, j'établirai dans ce groupe trois divisions, savoir :

1. *Le porphyre quartzifère.*

---

(1) Voyez pour plus de détails : *Die quartzführende porphyre, nach ihrem wesen, ihrer verbreitung, ihrem verhalten zu abnormen und normalen gesteinen sowrie zu Erzgängen*, von Gustav Leonhard. — Stuttgart, 1851.

2. *Le porphyre granitoïde.*

3. *Le porphyre pauvre en quartz ou sans quartz.*

Propriétés physiques et chimiques du porphyre euritique. — La *densité* du porphyre euritique a été déterminée par différents observateurs, et, d'après M. Naumann, elle est généralement comprise entre 2,59 et 2,68.

Sa *composition chimique* est connue par les analyses de MM. Berthier, Durocher, Schweizer, E. Wolff, Hochmuth, Kersten, Rammelsberg et Delesse, qui ont analysé les pétrosilex du Salberg, de Nantes, de Bretagne, les porphyres de Halle (1), de la Muldner Hutte, près de Freyberg (2), d'Auerberg, près de Stolberg (3), de Lessines et de Quenast, en Belgique, de Montreuillon et de Saulieu, dans le Morvan, ainsi que le porphyre rouge antique (4).

1. *Porphyre quartzifère* (quartz führender porphyr).

Sa *pâte* est le plus souvent rouge : aussi le désigne-t-on généralement sous le nom de porphyre rouge quartzifère; cependant elle est aussi brune, bleue, verte, vert noirâtre, grise, gris noirâtre. Elle est quelquefois variolée ou veinée.

Les *feldspaths* qu'on y observe sont l'*orthose*, qui est le plus fréquent et qui ne manque jamais complétement, l'*oligoclase*, qui est beaucoup plus rare, l'*albite*, qui est très rare. Il n'y a pas de feldspath vitreux.

Le *feldspath* se change souvent en kaolin, quelquefois en steinmark, plus rarement en speckstein (?) ou en alun. M. Crasso a constaté, en outre, que certains cristaux de feldspath décomposé, qui proviennent du porphyre quartzifère d'Ilmenau, peuvent contenir jusqu'à 49 pour 100 de carbonate de chaux.

Dans certains cas, le *feldspath* est complétement détruit, il ne reste plus que les vides ayant la forme de ses cristaux : ces vides peuvent être remplis par de l'ocre; ils sont tapissés de chaux fluatée, à Reilsberg, près de Hall; de baryte sulfatée, à Schmiedeberg, en Silésie; de fer oligiste, de talc et de quartz, à Auerberg, près de Stolberg.

---

(1) *Journal fur praktische chemie*, XXXIV, p. 193; XXXVI, p. 412.

(2) *Poggendorff annalen*, LIX, p. 129.

(3) 2te *Supplement zum Handwörterbuch des chemischen theile der mineralogie*, p. 122.

(4) *Recherches sur le porphyre quartzifère. Bulletin de la Soc. géologique*, 2e sér., t. VI, p. 629. — Id., t. VII.

Le *quartz* s'observe d'une manière plus constante et plus régulière que le feldspath. Sa forme la plus habituelle est le dodécaèdre bipyramidé; quand il présente les faces du prisme hexagonal régulier, ces faces sont toujours peu développées.

C'est dans l'argilophyre (thonporphyr) que les cristaux de quartz sont les plus nets et les plus nombreux. D'après M. Naumann, le porphyre de Kirbach (Saxe) contient des nodules de quartz de la grosseur d'une noisette. Généralement, les cristaux de quartz sont d'autant plus gros que les cristaux de feldspath sont eux-mêmes plus développés; quand la structure de la roche est très cristalline, sa pâte peut disparaître presque entièrement. Les proportions de pâte, de feldspath et de quartz, sont variables dans un même porphyre.

Si le quartz et le feldspath sont les minéraux essentiels du porphyre quartzifère, le *mica* appartient aux minéraux accidentels; toutefois il occupe le premier rang parmi ces derniers. Il est en paillettes ou en tables hexagonales de couleur brune, noire, vert noirâtre, plus rarement blanc d'argent. Dans certains porphyres quartzifères très bien caractérisés, le mica paraît manquer complétement : dans d'autres, plus la proportion de mica augmente et plus la proportion de quartz diminue. Dans l'elvan, qui est enclavé dans le granite, il y a du mica, et même de la tourmaline, tandis qu'il n'y en a pas dans l'elvan qui est enclavé dans le thonschieffer.

Dans le porphyre de Siebenlehn et de Predazzo, le mica est entouré par une couronne ayant une couleur plus claire que le reste de la pâte.

D'autres minéraux accidentels, qui forment des espèces de filons dans le porphyre, ou qui y remplissent des druses, sont : l'*hornblende*, la *pinite*, le *grenat*, la *pyrite de fer*, la *pyrite magnétique*, le *fer oxydulé magnétique*, le *graphite*, la *tourmaline*, la *pyrite de cuivre*, l'*orthite*, la *terre verte*, le *stilpnosidérite*, le *talc*, la *néphéline*, les différentes variétés de *quartz*, savoir, le cristal de roche, l'agate, la calcédoine, le hornstein, l'opale; la *chaux fluatée*, la *baryte sulfatée*, le *fer oligiste* : on n'y rencontre que bien rarement l'*épidote*, la *psilomelane*, le *gypse*, la *chaux carbonatée*, la *pinguite*, l'*oxyde de chrome*, le *cuivre natif*, l'*uranite*.

2. *Porphyre granitoïde* (granitartiger porphyr).

Ce porphyre est composé d'*orthose*, de *quartz* et d'un peu de *mica*; quelquefois il y a dans sa pâte de l'*oligoclase* (ou de l'albite?) et de la *chlorite*. Toute sa masse a la structure cristalline, et il forme en quelque sorte le passage du porphyre quartzifère au

granite. Il résiste mieux à la décomposition atmosphérique que le granite.

Dans la Saxe et dans le Hartz, on y observe quelques minéraux accidentels, tels que le *grenat*, la *pinite*, le *fer oxydulé*, la *pyrite de fer magnétique* et *ordinaire*, le *graphite*.

3. *Porphyre pauvre en quartz ou sans quartz* (quartzarmer und quartzfreier porphyr).

Les minéraux qu'on observe dans ce porphyre ne diffèrent pas de ceux des porphyres précédents : tantôt il est grenu et poreux, et il passe à une sorte d'amygdaloïde (mandelstein); tantôt il est compacte et dur; tantôt il est terreux et mou. Sa couleur est généralement sombre; elle tire sur le bleu violacé sale, sur le bleu ou sur le gris rougeâtre, sur le brun bleuâtre ou sur le brun; quand sa couleur est claire, on y voit généralement des grains de quartz.

J'adopterai pour ce porphyre la classification de M. Naumann, et je distinguerai :

a. Le porphyre feldspathique (feldspath-porphyr) qui, comme celui de Raibl (Carinthie), est formé d'une pâte brun-cannelle, brun-chocolat ou verte, dans laquelle il y a une grande quantité de petits cristaux d'orthose. Le porphyre rhombique et les porphyres des environs de Christiania, le porphyre qui se trouve le long du cours de la Lenne, qui a été étudié par M. de Dechen, certains porphyres bruns de M. Élie de Beaumont, les porphyres de M. Boué, qui forment les monts Pentland, près d'Édimbourg, sont également des variétés du porphyre feldspathique.

b. Le porphyre micacé (glimmer-porphyr), de M. Cotta, est formé par une pâte curitique qui contient des cristaux de feldspath et de mica; quelquefois c'est le feldspath qui domine; le plus souvent, cependant, c'est le mica. Le quartz manque complétement ou est très rare; il se présente en petits grains. Le porphyre micacé, qui a été observé par M. Cotta aux environs d'Ilmenau, où on le regardait comme un mélaphyre, est généralement brun foncé tirant sur le vert rougeâtre ou violâtre; il contient du feldspath blanc et du mica, mais il peut aussi se réduire à une pâte homogène. Le porphyre de Wilsdruff, de M. Naumann, est une variété du précédent. A Schriesheim, près d'Heidelberg, on trouve une roche très bizarre, qui forme un filon dans un porphyre quartzifère, et qui paraît être la *minette* des géologues français.

c. Le porphyre amphibolique (hornblende-porphyre) est un variété du porphyre quartzifère avec hornblende. Le quartz et la

hornblende semblent s'y exclure mutuellement; car lorsque la quantité de hornblende augmente, la quantité de quartz diminue, et elle peut même disparaître complétement : c'est ce qu'on peut observer sur les porphyres amphiboliques de la basse Silésie, de Glen Fernat (Ecosse), de Coppagh (Irlande), de Potschappel (Saxe); les variétés de ces porphyres, riches en hornblende, ne contiennent généralement pas de quartz, tandis que les variétés, pauvres en hornblende, contiennent du quartz en grains visibles à la loupe.

Il importe d'ailleurs de remarquer avec M. Naumann qu'on ne saurait établir une limite bien tranchée entre les porphyres avec quartz et entre les porphyres sans quartz ; car dans un même gisement on les voit passer l'un à l'autre.

Structure d'agrégation du porphyre. —Les roches, de l'étude desquelles nous nous occupons, ont le plus généralement la structure *porphyrique;* cependant elles présentent aussi dans leur *structure d'agrégation* des particularités qu'il importe de signaler: ainsi elles ont quelquefois une structure *celluleuse* comme au Schneekopf dans le Thuringerwald. On y observe aussi une structure *zonée* ou *feuilletée* qui tient au mode de séparation du quartz et du feldspath. M. Naumann a signalé, par exemple, le porphyre de Dobritz, près de Meissen, dans lequel le quartz forme des lamelles ou des feuillets parallèles qui rappellent la structure du schiste. Quelquefois ces feuillets sont aussi minces que du papier ; aussi a-t-on donné à certaines variétés de ce porphyre le nom de *papier-porphyre ;* quelquefois encore les feuillets sont courbes et ondulés, en sorte que la roche ressemble beaucoup à du bois pétrifié (1). Enfin on doit également signaler la *structure globuleuse* ou *oolitique* qui se rencontre dans les porphyres d'Ajaccio (Corse), de Zaunhaus près de Tœplitz, d'Altenberg (Saxe), du Korgon (Altaï), de Heidelheim (Fichtelgebirge), de Ziegelhausen (Duché de Bade), de Kupferberg et Waldenbourg (Silésie), de Tokay (Hongrie), des bords de la Lenne (Vestphalie), de Wuenheim (Haut-Rhin).

Structure de séparation. — La *structure de séparation* du porphyre est dans certains cas *prismatique* comme celles des roches volcaniques ; c'est ce qui a lieu dans quelques localités, notamment dans la Saxe, le Thuringerwald, le duché de Bade, le Tyrol, la France, l'île d'Elbe. Très fréquemment cette structure est *schis-*

---

(1) La même roche s'observe près de Rupt (Vosges), dans la vallée de la Moselle ; elle ressemble, à s'y méprendre, à du bois fossile, et on la désigne sous le nom d'eurite ligniforme.

toïde; quelquefois aussi elle est *sphéroïdale* comme à Neugiersdorff (Silésie), à Fromersberg (Bade); dans le sud de la Forêt-Noire et en Hongrie.

Fréquence du porphyre. — Pour faire connaître les localités dans lesquelles on a observé du *porphyre euritique*, il faudrait citer la plupart des contrées qui ont été explorées; je mentionnerai particulièrement la Saxe, la Bohême, la Bavière, le Thuringerwald, le Hartz, les environs de Halle et de Magdebourg, la Silésie, les bords du Rhin, le pays de Bade, le Tyrol, les États-Vénitiens, la Carinthie, la Hongrie et le Siebenburgen, les environs de Cracovie, la Suisse, l'Italie, la Corse, diverses parties de la France, l'Angleterre, l'Écosse, l'Irlande, la Suède et la Norwége, la Russie, etc.

Gisement du porphyre dans les roches non stratifiées.

Je passe maintenant rapidement en revue les principales circonstances que présente le gisement du *porphyre euritique*, et j'examine d'abord le cas où il est enclavé dans les *roches non stratifiées*.

1. *Gneiss.* — Le porphyre forme très fréquemment des dykes ou des filons dans le *gneiss*, comme cela a lieu dans les environs de Freiberg, d'Oderan, de Tœplitz, de Marienbad, dans la Silésie, la Thuringe, l'Odenwald, la Forêt-Noire, etc. Dans les environs de Freiberg, les feuillets du gneiss peuvent n'être pas dérangés, près de la salebande; ils peuvent cependant aussi être relevés et très fortement contournés. A la mine de Silberberg, à Frauenstein, un filon de porphyre de 10 mètres est séparé du *gneiss* à son toit et à son mur par une salebande d'argile de $0^m,15$, mais cette salebande est accidentelle. Entre le porphyre et le *gneiss* il y a tantôt de l'argile, tantôt un dépôt d'oxyde de fer; il peut y avoir aussi des brèches et des conglomérats. Souvent le *gneiss* a subi des modifications notables près de son contact avec le porphyre; lorsque ce dernier a été injecté entre ses feuillets, il arrive, par exemple, que son feldspath est devenu blanc et terreux, ou bien que le *gneiss* est devenu friable et qu'il est complétement pénétré d'hydroxyde de fer. Il y a dans le porphyre des fragments de *gneiss* qui sont bien reconnaissables et qui sont quelquefois très abondants; leur grosseur est variable, mais plus ils sont petits, plus leurs arêtes sont vives. Les feuillets des fragments de *gneiss* se croisent dans toutes les directions. Le

(1) Zobell und von Carnall, *Karsten und Dechen archiv*, t. III, p. 295.

porphyre entre Freiberg et Tharand paraît former un grand massif irrégulier qui s'engage en partie dans le *gneiss*, en partie dans le thonschieffer ; les filons de Tharand, de Klein-Dorfhain et de Grund n'en sont que les ramifications. Le filon de Klein-Dorfhain est à peu près parallèle à la limite sud du porphyre ; entre ce filon et le massif se trouve un lambeau de *gneiss* qui, d'après M. Naumann, a un volume de 9 millions de pieds cubes ; il a été complétement brisé et il forme une brèche gigantesque dont les fragments tantôt anguleux et tantôt arrondis sont réunis par un ciment très fin. Entre la vallée de Wüstewaltersdorff et celle de Janernig (Silésie), on trouve le porphyre enclavé dans le *gneiss;* des travaux de mine ont traversé sur plus de 60 mètres un conglomérat remarquable composé de fragments de *gneiss* ayant généralement quelques centimètres, entre lesquels se trouvent des fragments plus petits. Dans le voisinage du porphyre, ce conglomérat contient aussi du porphyre qui se fond dans sa masse, mais le plus souvent il ne présente que des fragments resoudés qui proviennent du fendillement et de la destruction du *gneiss*.

Entre Seligenstadt et Kleinschmalkalden (Thuringe), le *gneiss* est traversé par de nombreux filons de porphyre dans lesquels on peut très bien observer des différences de structure analogues à celles qui ont été signalées si souvent pour les basaltes ; ainsi, près des salebandes, ces filons de porphyre présentent une masse compacte et homogène, tandis que, dans leur partie médiane, on voit de beaux cristaux de feldspath. De plus, dans un grand nombre de cas, les filons peu puissants ne contiennent pas de cristaux. M. Krug de Nidda fait remarquer avec raison que tous ces faits s'accordent bien avec l'hypothèse d'une origine ignée du porphyre.

2. *Micaschiste.* — Le porphyre forme des filons dans le *micaschiste* (glimmer-schiaffer), entre Schwartzenberg et Rittersgrün (Saxe), dans les environs de Joachimsthal (Bohême), entre Kleinschmalkalden et Seeligenthal (Thuringe), etc. ; il s'engage de la manière la plus intime dans le *micaschiste*, et il a même quelquefois pénétré entre ses feuillets, ce qui s'explique facilement, puisque le porphyre injecté rencontrait moins de résistance parallèlement aux feuillets de la roche encaissante.

3. *Granite.* — Le porphyre forme des filons dans le *granite* aux environs de Dresde et de Meissen ; M. Naumann en distingue trois variétés qui diffèrent par leur âge et par leurs caractères minéralogiques ; ces variétés sont :

1° *Le porphyre de Dobritz*, qui est rouge clair, souvent veiné, et qui contient du quartz.

2° *Le porphyre de Vildsruff*, qui est le plus généralement bleu ou quelquefois brun, et qui est pauvre en quartz.

3° *Le porphyre de Zehren*, qui est brun rougeâtre, et qui est riche en grain de quartz ainsi qu'en cristaux de feldspath; c'est surtout ce dernier porphyre qui est développé aux environs de Meissen et dans toute la Saxe. Le Rabenstein en est formé et le porphyre y présente une muraille verticale ayant de 6 à 15 mètres de puissance qui s'élève au milieu du *granite;* les deux roches sont nettement séparées l'une de l'autre; le porphyre se divise d'une manière imparfaite, suivant des prismes horizontaux; le *granite* est fendillé régulièrement; au contact du porphyre il paraît avoir été fondu.

Le porphyre est encore enclavé dans le *granite*, en Bohême, en Silésie, dans la Bavière (Fichtelgebirge), au pied du Dellberg (Thuringe), ou, d'après M. Cotta, il empâte des fragments de *granite*, au sommet du Wagenberg, de l'Oelberg, du Schlossberg (Odenwal). Dans cette dernière localité les deux roches sont modifiées à leur contact; le porphyre est de couleur pâle et décomposé; il reprend sa couleur sombre et sa grande dureté à une certaine distance du *granite*, et près du sommet de la montagne il se divise en belles colonnades. Le *granite* est aussi très fortement décomposé; son feldspath s'est changé en kaolin, et son mica a perdu son éclat. Le porphyre de l'Odenwald empâte des fragments de *granite*, notamment à Handschuchsheim.

4. *Syénite.*—Le porphyre forme des filons dans la *syénite*, près de Meissen; à Nieder-Fehra, par exemple, la *syénite* est traversée par deux filons de granite pauvre en mica; la *syénite* et ce granite sont tous deux coupés par un filon de porphyre dirigé sur l'heure 9 de la boussole allemande. Les limites des trois roches sont très nettes; le porphyre qui a une pâte rouge brunâtre parsemée de cristaux de feldspath et de lamelles de mica contient un peu de hornblende près de son contact avec la *syénite*. M. Naumann fait observer qu'il résulte de ce qui précède que, dans cette localité, la syénite est plus ancienne que le granite, qui lui-même est plus ancien que le porphyre.

A Wackerbartsruhe, près de Moritzburg, le porphyre contient une telle quantité de fragments de *syénite*, qu'on voit à peine le porphyre qui leur sert de ciment. Il en est de même près de Plauen (1).

---

(1) Naumann et Cotta, *Erläuterungen*, t. V, p. 207-413. — Cotta, *Geognostische wanderungen*, t. I, p. 108.

Dans les environs de Zella (Thuringerwald), la *syénite* et le granite sont traversés par de nombreux filons de porphyre dont les directions sont très variables. Au Dellberg, dans la galerie Nachtviollen, on a rencontré jusqu'à quatorze alternances de la *syénite* et du porphyre. Quelques observateurs ont pensé qu'on devait d'après cela regarder la *syénite* et le porphyre comme formés simultanément; mais M. Krugg de Nidda (1) fait remarquer que la *syénite* constitue en réalité de gros fragments brisés et superposés au porphyre qui les pénètre dans toutes les directions.

5. *Diorite.* — Le porphyre est quelquefois en filons dans la *diorite schistoïde* comme cela a lieu à Kupferberg (Silésie) (2). Il en est de même à Swan-Pool, au bord de la mer, où il y a un filon d'Elvan très contourné qui est traversé par de nombreux filons de quartz (3).

Le porphyre ne se rencontre d'ailleurs que rarement en filons dans la *diorite* proprement dite, cependant M. Henwood a observé que les filons d'elvan coupent la *diorite* près East-Wheal-Crofty, Wheal-Wellington et Port-Just (4).

6. *Serpentine.* — A l'île d'Elbe, au bord de la mer et près de Marciana, il y a de nombreux filons de porphyre, ayant plus de 10 mètres de puissance, qui sont enclavés dans la *serpentine* ou dans le *gabbro rosso*, qui est quelquefois *variolitique* (5).

7. *Calcaire.* — A Rodeland (Silésie), sur le flanc nord du Riesengebirge, le porphyre forme une élévation de 24 mètres de hauteur, qui est entourée complétement de *calcaire grenu;* au sommet de la montagne, le porphyre s'est même épanché sur le calcaire. Au contact des deux roches, il y a des fragments de calcaire et de porphyre qui sont mélangés et cimentés par une pâte de porphyre; on observe aussi de gros sphéroïdes.

8. *Mélaphyre.* — Le porphyre s'observe aussi dans le *mélaphyre:* ainsi, sur le versant sud des Alpes, des observations qu'on doit surtout à M. de Buch ont appris depuis longtemps que, dans le Tyrol et dans les environs du lac de Lugano, les mélaphyres sont généralement plus récents que les porphyres avec quartz; mais des observations nouvelles de MM. Escher, Fr. Hoffmann, et surtout de M. B. Studer, ont montré qu'il est très vraisemblable que les

---

(1) *Karsten und Dechen archiv*, t. XI, p. 20.
(2) Zobell und Carnall, *Karsten und Dechen archiv*, t. III, p. 301.
(3) Boase, *Trans. of the geol. Soc. of Cornwall*, t. IV, p. 316.
(4) *Transaction of the geol. Soc. of Cornwall*, t. V, p. 165.
(5) Studer, *Bull. de la Soc. géol.*, t. XII, p. 279-293.

mélaphyres et les porphyres des environs de Lugano ont fait irruption à différentes époques, en sorte qu'on doit admettre qu'il y a eu : 1° une formation puissante de gneiss et de micaschiste qui a été traversée par des granites, des porphyres avec quartz, et par des mélaphyres ; 2° de nouvelles éruptions de granite et de porphyre ; 3° des éruptions encore plus récentes de mélaphyres. Sur la côte nord et ouest de l'île d'Elbe, M. Studer a constaté que le porphyre granitoïde forme souvent des filons dans le spilite.

Gisement du porphyre dans les roches stratifiées.

1. *Terrain de transition.* — Le porphyre s'observe dans le *terrain de transition :* ainsi, dans les environs de Tharand (Saxe), le porphyre, qui a fait irruption entre le gneiss et entre le schiste argileux (*thonschieffer*), a péuétré dans ce dernier. Il y a aussi des fragments de schiste argileux qui ont été enveloppés par le porphyre ; ces fragments sont quelquefois rouges et comme brûlés, ou bien ils sont changés en une substance verte analogue au talc ; ils sont entourés par une zone que M. Cotta désigne sous le nom de zone de contact. A la limite du porphyre et du schiste argileux, il y a, du reste, un conglomérat comme à la limite du porphyre et du gneiss ; mais les fragments de schiste argileux sont généralement plus petits et à arêtes plus vives que ceux du gneiss.

Il y a du porphyre dans le schiste argileux de la Silésie et de la Thuringe. Au Hartz, près d'Altenbrack, on voit le porphyre en filons dans le schiste argileux et dans la grauwake. M. Hausmann fait observer que les roches au contact du porphyre n'ont généralement subi que de légères modifications, ce qui semblerait indiquer que la température n'était pas aussi élevée que lors des éruptions granitiques.

Dans la Prusse rhénane, M. Nöggerath a signalé le porphyre dans le schiste argileux, à l'Issemberg, à deux lieues de Brilon ; M. de Dechen l'a observé dans les mêmes circonstances sur le cours de la Lenne, notamment entre Bratschkopf, Heiligen-Wasser, à l'ouest d'Olpe, Altenhemdem et Hundesossen. Il n'y a cependant qu'une partie de cette formation porphyrique qu'on puisse, à proprement parler, regarder comme du véritable porphyre, qui, amené à l'état de fluidité ignée, aurait été injecté entre les couches de la grauwake ; on ne voit d'ailleurs pas une séparation bien nette de la roche éruptive, ni même des fragments de schiste ou de grauwake dans le porphyre. Dans cette même contrée se trouvent des roches que M. de Dechen a désignées sous le nom de

porphyres schistoïdes (Schieferige-Porphyr): elles ont la structure schistoïde, et elles contiennent tantôt du feldspath et tantôt du quartz. Dans le porphyre schistoïde de Steimel, près Schameder, on a trouvé un bouclier abdominal d'une variété non déterminable d'Homalonotus; l'existence de ce débris fossile, qui était complétement entouré de cristaux de feldspath, montre bien que le porphyre schistoïde n'est pas sorti de l'intérieur de la terre à une température plus ou moins élevée : il est probable que ce porphyre résulte du métamorphisme du schiste de la grauwake par les éruptions porphyriques qui ont eu lieu postérieurement au dépôt de la grauwake (1).

Dans certaines parties du Münsterthall (Forêt-Noire), il y a beaucoup de porphyres verts ou gris verdâtre, qui sont remarquables par leur richesse en quartz et en cristaux de feldspath; ils forment des filons puissants qui traversent le *terrain de transition* de Präg et de Schönau. Les schistes sont souvent reployés et contournés, notamment près de Lenzkirch. Ils sont quelquefois fortement métamorphisés; alors ils ont perdu leur schistosité, ils sont devenus plus durs; ils sont comme pénétrés par une pâte enritique, et ils sont très sonores sous le marteau. A Präg, il y a des porphyres brèches remarquables.

En résumé, les porphyres du *terrain de transition*, dans le sud de la Forêt-Noire, sont d'âges différents; une partie de ces porphyres a fourni les matériaux de la grauwake, et l'autre a traversé les couches sous forme de filons. Les porphyres les plus récents paraissent avoir fait éruption après le dépôt du *terrain de transition* et avant celui du rothliegende; car le rothliegende n'est jamais traversé par ces porphyres, qui se trouvent au contraire dans ses couches à l'état de cailloux roulés.

C'est surtout dans différentes parties du Cornwall et du Devonshire que se trouvent, dans le schiste argileux, les filons remarquables du porphyre désigné par les Anglais sous le nom d'*Elvan*. On les observe souvent dans le district de Gwinear et de Crowan, par exemple près de Hayle, Bosoral, Relistian, Duffield, etc. Ils sont généralement dirigés du N.-O. au S.-O.; leur puissance peut être très considérable, et leur pendage est plus grand que celui des filons métallifères. Fréquemment ils sont traversés par des failles qui se prolongent dans le schiste argileux. Près de Relistian, le porphyre contient des fragments arrondis de schiste.

---

(1) *Karsten und Dechen archiv. Die feldspath-porphyre in den Lenne gegenden*, von H. von Dechen, t. XIX, p. 367.

Le district de Redrult et de Gwennap n'est pas moins riche en filons ; au nord du Wheal-Peever, un de ces filons a de 12 mètres à 16 mètres de puissance, et son pendage est de 40 à 50 degrés au nord. Un autre filon, près Cardrew-Downs, a de 16 à 20 mètres de puissance ; son pendage est dirigé vers le sud, et il envoie des ramifications dans le schiste argileux.

Les districts les plus importants sont ceux de Sainte-Agnès et de Perran-Zabuloe ; il y a notamment beaucoup de filons d'elvan près de Cairn-Gowla, Ligger-bay, etc. Un filon d'elvan, près de Trevellas-Combe, a une puissance très variable, et renferme souvent des fragments de schiste, comme cela a lieu à Penhale. Entre Sainte-Agnès et Cligg-Point, il y a sur la côte des filons et des veines traversant le schiste dans les directions les plus variées ; leur puissance est comprise entre 13 mètres et 0m,01. Généralement au contact de l'elvan les schistes ont une couleur plus foncée ; ils sont quartzeux et quelquefois cristallins. Près du schiste, l'elvan est formé d'une pâte homogène, tandis qu'il est plus porphyrique dans la partie centrale du filon. Cette différence dans la structure est d'autant plus sensible que le schiste est plus cristallin.

Dans le district de Sainte-Agnès, l'elvan s'observe aussi dans le calcaire silurien.

Il résulte d'observations nombreuses faites dans le Cornwall, que l'elvan en filons dans le schiste a une structure plus porphyrique que dans le granite, où il prend lui-même une structure à peu près granitique. Dans le schiste, l'elvan est formé d'une pâte euritique contenant des cristaux de feldspath, du quartz en dodécaèdres bipyramidés et des nids de tourmaline. Dans le granite, au contraire, le feldspath et le mica dominent, quoique les cristaux de quartz soient encore nombreux ; en outre, la roche se rapproche plus du granite.

Dans les environs de Christiania (Norwége), il y a dans le schiste argileux des porphyres qui sont généralement sans quartz ou pauvres en quartz. D'après M. Keilhau, ces porphyres sont le résultat d'un métamorphisme qui ne devrait être attribué ni à l'action de matières sorties du sein de la terre, ni à une forte chaleur, mais à une simple action moléculaire (1).

2. *Terrain carbonifère.* — Dans quelques contrées, les éruptions porphyriques furent terminées avant le dépôt du *terrain carboni-*

---

(1) Keilhau, *Uber die Bildung des Granites und der anderen krystallinischen Manigen und geschichteten Gebirgsarten.* — *Karsten Archiv*, t. X, p. 438.

fère; mais, dans d'autres, elles continuèrent pendant ce dépôt, et même elles se prolongèrent pendant celui des premières couches du rothliegende.

On observe le porphyre dans le *terrain carbonifère*, en Saxe, dans les environs de Dresde et de Halle, en Thuringe, et surtout dans les environs de Saarbrück et en Silésie. A la mine de Finstern, près Altwasser (Silésie), le porphyre a pénétré entre les couches du terrain houiller auxquelles il est parallèle; on a suivi une couche de houille de $0^m,75$ à $1^m,10$, sur laquelle reposait immédiatement le porphyre; la limite entre le porphyre et la houille était à peu près parallèle à la stratification de la couche de houille, dont l'inclinaison était de 33 degrés. Au contact du porphyre, la houille est devenue très compacte, mate, et plus pesante sur plusieurs centimètres d'épaisseur; elle a aussi une structure de séparation particulière, qui s'observe jusqu'à une distance égale aux deux tiers de l'épaisseur de la couche de houille; le reste de la couche est formé de houille schisteuse ou terreuse, qui est aussi peu propre à la combustion que la partie qui a pris la structure prismatique; car la couche entière, recouverte par le porphyre, est devenue anthraciteuse. A l'endroit où le porphyre cesse d'être superposé à la couche de houille, elle est formée d'un mélange de schiste et de houille schisteuse, dont la partie inférieure d'abord, puis la partie supérieure ensuite, redeviennent bientôt combustibles. Quant au porphyre lui-même, il ressemble à un argilophyre (thonstein); ses pores sont remplis d'oxyde de fer ou de kaolin, et il contient seulement des grains arrondis de quartz. Près du contact avec la houille, on y observe des fragments de houille et des zones concentriques de couleur jaune ou brun foncé. MM. Zobel et de Carnall (2) ont, du reste, montré par un grand nombre d'exemples, que les porphyres de la basse Silésie ont exercé une action mécanique et chimique remarquable sur le terrain houiller. M. Karsten a, de plus, constaté que la houille a déjà été transformée en coke, car elle peut donner jusqu'à 94 et 99 pour 100 de coke.

3. *Rothliegende.* — On a constaté, principalement en Allemagne, que dans les localités où le *rothliegende* est peu développé il est associé à des porphyres avec quartz; cette association est telle que quelques géologues regardent même les porphyres comme des étages du rothliegende. On peut en tout cas citer plusieurs

---

(1) *Karsten Arch.*, t. IV, p. 1 et 107.

exemples qui montrent que plusieurs porphyres sont plus récents que certains étages du rothliegende.

Le rothliegende est très développé en Saxe, notamment dans les environs de Chemnitz; on peut le diviser en trois étages: l'étage inférieur est caractérisé par des argiles schisteuses, par des grès et des conglomérats argileux; ces conglomérats contiennent surtout des débris des roches voisines qui sont plus anciennes; l'étage moyen est formé par un conglomérat caverneux avec du quartz, du schiste argileux micacé, du kieselschieffer, du gneiss et des granulites qui sont en cailloux roulés de la grosseur d'une noisette. Enfin l'étage supérieur consiste principalement en argilophyre (thonstein); cette roche est très abondante dans les environs de Chemnitz; tantôt elle est tendre et tufacée, avec des dendrolithes silicifiées; tantôt elle est dure et elle contient des grains de quartz qui lui donnent la structure porphyrique. M. Naumann (1) remarque avec raison relativement à cet argilophyre ou à ce porphyre tufacé qu'il est à l'égard du porphyre avec quartz ce que les tufs volcaniques sont à l'égard des laves, ce que les tufs basaltiques et trachytiques sont à l'égard des basaltes et des trachytes. Il ajoute que l'eau a certainement joué un rôle dans la formation de ces argilophyres, comme le démontre leur stratification, les fragments d'autres roches ainsi que les débris végétaux qu'on y observe. D'après sa composition minéralogique, l'argilophyre stratifié provient pour la grande partie de détritus de roches feldspathiques et porphyriques; il se serait formé par l'action de l'eau, soit avant, soit après l'éruption du porphyre. L'argilophyre (thonstein) est une roche que M. Naumann appelle *amphotère*, car elle est composée de matériaux d'origine éruptive, bien qu'elle présente en même temps les caractères des dépôts de sédiment.

Dans les environs de Dresde et de Meissen, sur la rive gauche de l'Elbe, et particulièrement dans le bassin de Dohlen, le rothliegende est encore très développé; il peut également se diviser en trois étages: l'étage inférieur consiste en argiles schisteuses passant souvent au grès ou à l'argilophyre (thonstein); l'étage moyen est surtout formé par une brèche à fragments anguleux du porphyre veiné avec quartz de Dobritz, du porphyre pauvre en quartz de Wilsdruff, de gneiss et de schiste; enfin l'étage supérieur est surtout composé d'un conglomérat dans lequel dominent les fragments de gneiss et de porphyre. Il est donc indubitable qu'une partie des porphyres développés sur la rive gauche de l'Elbe,

(1) Naumann, *Erlanterungen*, t. II, p. 426-435.

notamment ceux de Wilsdruffer et de Dobritz, sont antérieurs au rothliegende ; mais le porphyre d'Ober-Naundorf et d'Hälmichen recouvre les couches supérieures du rothliegende auxquelles il est par conséquent postérieur : on voit, en effet, à la montagne Gölig, près d'Hainichen, une assise de porphyre ayant 4 mètres de puissance qui s'étend sur le conglomérat de gneiss appartenant à l'étage supérieur du rothliegende.

Dans le Thuringerwald on observe les mêmes phénomènes que dans la Saxe : ainsi les éruptions porphyriques continuèrent après le dépôt du terrain houiller et pendant celui de la plupart des couches du rothliegende ; peut-être même eurent-elles encore lieu après (1).

On trouve aussi dans le Thuringerwald ces roches remarquables qui paraissent avoir été les avant-coureurs des porphyres, et qui ont à la fois une origine plutonienne et neptunienne : ce sont les roches amphotères de M. Naumann. A la partie inférieure du rothliegende, et principalement près de Tambach (Thuringerwald), on trouve des conglomérats et des brèches dont les fragments sont presque exclusivement de porphyre ; la pâte est formée d'une espèce d'argilophyre (thonstein) ressemblant à un schlamm de porphyre qui se serait durci. Les porphyres tufacés sont développés dans les environs de Crawinkel. Il y a aussi des conglomérats porphyriques, et M. Krug de Nidda a fait remarquer qu'ils résultent du frottement du porphyre contre le rothliegende et qu'ils forment une espèce d'enveloppe autour du porphyre ; on observe ces conglomérats au sommet du Domberg, du Ring et du Dellberg, ainsi que sur le Kuppberg.

4. *Zechstein.* — Un porphyre du Thuringerwald paraît être plus récent que le *zechstein*, et peut-être même que le grès bigarré. Dans les environs de Bernsbach, Steinbach, Aspach, le porphyre quartzifère a disloqué complétement le zechstein. Au Stahlberg on a constaté par des travaux de mines la présence de ce porphyre entre le zechstein et le grès bigarré. Ce porphyre est le plus récent de ceux qui ont été observés par M. Credner, et il constitue sa sixième variété. Le Domberg, près de Suhl, en présente un gisement remarquable. Le sommet du Domberg est formé de conglomérats et de porphyre, et en plusieurs endroits le porphyre est engagé dans le grès bigarré. Un filon de minerai de fer est d'ailleurs intercalé entre

(1) Krug von Nidda, *Karsten archiv*, t. XI, p. 27. — Engelhard, *Bergwerksfreund*, t. III, p. 65. — Cotta, *Jahrbuch der mineralogie*, 1844, p. 688. — Credner, Thuringen, p. 65.

le porphyre et entre le grès bigarré, dans lequel il y a aussi des filons de baryte sulfaté. Le grès a conservé ses caractères ordinaires, mais près du porphyre ses strates sont très dérangées et elles plongent tantôt vers le N.-O., tantôt vers le S.-O. On ne peut expliquer les circonstances de ce gisement qu'en admettant, soit que le porphyre est plus récent que le grès bigarré et qu'il l'a soulevé, soit qu'il est plus ancien et qu'il a été soulevé avec lui : la première hypothèse est admise par M. Credner, la deuxième par M. Krug de Nidda.

Dans le sud-ouest de l'Allemagne, partout où le porphyre avec quartz a été observé au contact du *grès bigarré*, il a paru toujours plus ancien ; c'est le cas dans l'Odenwald et dans la Forêt-Noire, dans la vallée de la Nahe et au Donnersberg.

5. *Terrain jurassique.* — Il en est de même dans les localités où le porphyre est au contact du *terrain jurassique ;* c'est ce qui a lieu pour le porphyre qui forme une élévation de 400 mètres au milieu du terrain jurassique entre Ligny et Péronne (1). Cependant M. Studer (2) pense que le porphyre rouge de Davos et du sommet du petit Windgelle à Uri, n'est pas plus ancien que le calcaire oolitique.

6. *Terrain crétacé.* — Jusqu'à présent il n'y a qu'une seule localité dans laquelle on ait constaté que le porphyre soit plus récent que le *terrain crétacé ;* c'est à l'île d'Elbe, sur la côte ouest de Porto-Ferrajo, où les marnes de l'albérèse sont traversées par des filons puissants de porphyre granitoïde. L'albérèse ne paraît presque pas modifié ; les fragments de marnes enveloppés dans le porphyre ne sont pas non plus modifiés, et on y observe des fucoïdes. Près de Pilo, le porphyre paraît avoir traversé le macigno (3).

Roches plutoniques et vulcaniques plus récentes que le porphyre.

Je passe maintenant rapidement en revue les roches plutoniques et vulcaniques qui sont plus récentes que le porphyre.

1. *Granite.* — Les exemples desquels on a conclu que le granite peut être postérieur au porphyre sont en petit nombre et assez incertains. En Saxe, dans la vallée d'Altenberg, près de Geysing, un beau porphyre syénitique renferme des fragments

(1) Rozet, *Mém. de la Soc. géol.*, t. IV, p. 66.
(2) *Jahrbuch der phys. geogr. und geol.*, t. II, p. 174.
(3) B. Studer, *Bull. de la Soc. géol.*, t. XII, p. 279. — Coquand, *Bull.*, t. II, p. 159.

d'un porphyre brun quartzifère et est lui-même traversé par un filon d'une roche granitoïde grenue. M. Cotta (4), qui a observé ce fait, remarque que le granite est en petits filons souvent pauvres en mica comme le granulite; cependant la nature de la roche est un peu incertaine. Dans le Tyrol le granite forme, d'après M. Bertrand-Geslin, de nombreux filons dans le porphyre.

A Peninha, près de Lisbonne, le granite forme de même, d'après M. Sharpe, des filons dans le porphyre.

2. *Diorite.* — M. Gruner signale, près de Leigneux (Loire), une roche dioritique en filons dans le pophyre. MM. de Dechen et d'OEnyhausen ont également observé un filon de diorite dans le porphyre de l'île d'Arran, à la montagne Druimadoon.

3. *Mélaphyre.* — M. Credner regarde comme des mélaphyres la plus grande partie des roches qui forment de nombreux filons dans le porphyre à Lauchgrund, à Tabarz, à Hohenwarte près de Klein-Schmalkalden, à Breitenberg près Winterstein, etc.

On sait depuis longtemps que dans le Tyrol et sur les bords du lac de Lugano, le mélaphyre est en filons dans le porphyre rouge quartzifère; les deux roches ne présentent pas de passages et elles sont séparées l'une de l'autre d'une manière très nette. Quelquefois ces mélaphyres sont accompagnés de conglomérats comme cela a lieu entre Fabiasco et Cmardo où ces conglomérats contiennent des fragments de micaschiste, de granite et de porphyre quartzifère qui sont enveloppés par une pâte de mélaphyre.

4. *Basalte.* — En Bohême on peut reconnaître que le basalte est plus récent que le porphyre; ainsi il le traverse près de Tœplitz, au nord-ouest du Spitalberg, à gauche du chemin qui mène au Schlackenburg et à l'ouest de Steinmuhle, près Janig.

M. Cotta a signalé à Ascherhübel, près Tharand, un exemple très remarquable de pénétration d'un porphyre par le basalte; le basalte empâte des fragments de porphyre et de quadersandstein.

5. *Retinite.* — Le *retinite* (pechstein) s'observe dans les environs de Meissen, où il est associé à une sorte d'argilophyre à laquelle M. Naumann donne le nom de *pechthonstein*. Cette roche a une couleur jaune blanchâtre, une cassure inégale, terreuse ou esquilleuse : elle est tantôt tendre, tantôt dure, tantôt compacte, tantôt poreuse; elle contient des grains de quartz qui la rendent porphyrique. Ses variétés compactes passent insensiblement au *retinite*. Il est vraisemblable que le pechthonstein était l'avant-coureur des éruptions de *retinite* (pechstein). Le pechstein et le pechthonstein

(1) Cotta, *Jahrbuch f. miner.*, 1844, p. 560.

sont tantôt en filons, tantôt en nappes. M. Naumann pense qu'ils appartiennent aux éruptions porphyriques les plus récentes.

Près de Buschhade, sur la rive gauche de la vallée de la Triebisch, on voit le *retinite* en filons dans le porphyre, et les deux roches sont séparées d'une manière très nette. Près du contact, le *retinite* est vert noirâtre et il se divise en plaquettes conchoïdes : le porphyre est compacte, dur, sonore, et présente le même mode de division ; plus loin il reprend sa couleur bleue ordinaire. C'est surtout dans le bois de Tharand, et notamment près de Spechthausen, qu'on peut bien observer la pénétration du *retinite* dans le porphyre. Le *retinite* est lui-même porphyrique ; sa pâte, qui est noire, contient des grains de feldspath et de quartz ; dans certaines parties, elle ressemble à une sorte d'obsidienne ; elle renferme des boules de porphyre ainsi que des fragments de gneiss et de thonschieffer ; ces derniers fragments, qui sont plus ou moins modifiés, sont entourés à Spechthausen d'une zone mince d'oxyde rouge de fer. Les boules de porphyre ou d'eurite qui se trouvent dans le *retinite* ont un diamètre qui varie depuis celui d'un pois jusqu'à $3^m,35$: dans leur intérieur, il y a des cristaux de quartz ou des grains de calcédoine. M. Cotta fait remarquer qu'il semblerait que ces boules ont été enlevées au porphyre, et qu'elles se sont arrondies au milieu du *retinite*, qui les a refondues ; que cependant elles sont analogues aux boules qu'on trouve si souvent dans le porphyre quartzifère du Thuringerwald, et que leur formation pourrait être expliquée par la pénétration d'un porphyre dans un autre qui n'aurait pas encore été refroidi, par exemple, pour le cas qui nous occupe, par la pénétration du porphyre rouge par le *retinite* : il faut observer, néanmoins, qu'à côté de ces boules de porphyre, qui auraient encore été plastiques et auraient pu être roulées, on trouve à Spechthausen des fragments anguleux de thonschieffer qui n'ont pas été fondus ni même arrondis ; il y a de même, près de Planitz, des fragments de houille qui sont simplement changés en anthracite. La calcédoine et le quartz de ces boules indiquent, du reste, un remplissage de cavités (1).

De l'âge des divers porphyres.

Dans le Thuringerwald, le porphyre quartzifère forme des filons dans le porphyre micacé, et il paraît généralement être le

(1) Cotta, *Leitfaden der geognostic*, p. 76, et *Wanderungen*, p. 40. — Naumann, *Erlanterungen*, t. V, p. 184.

plus récent; c'est ce qu'on peut observer entre Schmiedefeld et Schleusinger Neudorf, et aussi entre Möhrenbach et Ilmenau. M. Credner a cependant observé un filon de porphyre micacé dans le porphyre quartzifère.

Dans les environs de Leissnig, les porphyres sont très développés, et quoiqu'ils paraissent tous devoir être rapportés au porphyre quartzifère, M. Naumann en distingue sept variétés, qui sont : 1° le porphyre de Rochlitz inférieur; 2° le porphyre de Rochlitz supérieur; 3° le porphyre de Leissnig; 4° le porphyre de Gnandstein, 5° le porphyre de Frohburg; 6° l'argilophyre blanc (thonstein-porphyr); 7° le porphyre de Lastau.

Près de Kohren, par exemple, le porphyre de Rochlitz inférieur, dans lequel il y a des petites cellules presque horizontales, et qui est riche en grains de quartz, entoure un piton formé par le porphyre de Gnandstein, qui est vraisemblablement le plus ancien de ces deux porphyres.

Les environs de Meissen ne sont pas moins remarquables que ceux de Leissning, et M. Naumann y distingue : 1° l'argilophyre tufacé et stratiforme; 2° le porphyre quartzifère rouge et veiné de Dobritz; 3° le porphyre bleu ou rouge de Wildsdruff, qui ne contient que peu ou point de quartz; 4° le porphyre de Zebren, riche en quartz et en feldspath; 5° le retinite et l'argilophyre, qui lui est associé (pechthonstein). Il résulte des observations de MM. Naumann et Cotta, près de Meissen, que le porphyre bleu et pauvre en quartz n° 3, forme des filons et des nappes; il constitue l'Eifert, dans la vallée de la Triebisch; entre lui et le n° 2, se trouve une brèche. Près de Korbitz, le porphyre n° 3 traverse le porphyre n° 2, qu'il a en partie brisé et disloqué, et, près d'Altenburg, le porphyre n° 3 traverse le n° 1 ou l'argilophyre tufacé. Le porphyre n° 4 de Zehren, qui est riche en quartz, traverse le n° 3, qui ne contient pas de quartz, et, par conséquent, le porphyre n° 4 est le plus récent des porphyres des environs de Meissen.

Au Drosselschlucht, près de Meissen, on voit encore un granite porphyroïde, dans lequel le porphyre n° 3 forme un filon qui est coupé lui-même par le porphyre n° 4.

Il résulte de ce qui précède que, dans les environs de Meissen, le porphyre le plus ancien est le n° 2, ou celui de Dobritz, à la formation duquel se rapporte sans doute l'argilophyre tufacé n° 1; postérieurement est venu le porphyre n° 3, de Wilsdruff, puis le n° 4, ou le porphyre de Zehren; enfin, le retinite n° 5 ainsi que l'argilophyre qui lui est associé ont paru en dernier lieu.

En Angleterre, les filons d'elvan paraissent aussi avoir des âges

différents : ainsi, dans le district de Saint-Austell, un filon d'elvan, de 2 à 16 mètres de puissance, en coupe un autre dont la puissance est environ de 4 mètres. Dans le district de Gwinear et Crowan, M. Henwood a constaté la présence de fragments arrondis de porphyre dans un filon d'elvan.

Minerais dans le porphyre ; relations du porphyre avec les filons métalliques.

Les anciens auteurs regardaient le porphyre comme peu favorable aux exploitations métalliques. Ferber est l'un des premiers qui ait fait remarquer que non seulement le porphyre de Joachimsthal accompagnait les minerais métalliques, mais qu'en outre il les enrichissait. De nouvelles recherches ont fait voir, en effet, que les porphyres quartzifères renferment non seulement des substances métalliques en filons ; mais qu'en outre, dans plusieurs contrées, les porphyres ont eux-mêmes amené les minerais.

Or. — Dans le Siebenbürgen, entre Zalathna et la mine d'or de Faczebai, on rencontre d'abord dans la vallée le grès des Karpathes et un schiste noirâtre, puis un porphyre quartzifère alternant avec un conglomérat ; la roche qui contient l'or est un porphyre blanc, tendre et argiloïde.

La montagne Affinish, près Vöröspatak, consiste de même en un porphyre argiloïde, avec nombreux cristaux de quartz : elle est traversée par des fissures étroites et nombreuses qui ont été remplies de carbonate de manganèse, d'or natif et de galène ; au toit et au mur de ces fissures, la roche est imprégnée de pyrites aurifères.

Minerais d'argent. — Une grande partie des riches filons d'argent des environs de Freiberg traverse le gneiss et le porphyre quartzifère.

D'après leurs caractères minéralogiques et géologiques, ainsi que d'après leurs relations avec les porphyres, on peut diviser les filons de Freiberg en deux formations : la première comprend les filons de *quartz*, qui contiennent les minerais les plus riches, tels que le weiserz, le rothgültigerz ; l'argent natif, la myargirite, l'antimonglanz, l'antimoine sulfuré et la berthiérite ; leur gangue consiste presque entièrement en un quartz gris bleuâtre. Ils traversent le gneiss, le granite, la diorite et une partie des porphyres quartzifères ; mais des travaux de mines récents ont fait voir que le filon Emmanuel est rejeté par le porphyre, qui est par conséquent plus récent.

La deuxième formation comprend les filons de *baryte sulfatée;* ses principaux minerais sont le rothgültigerz, l'argent et l'arsenic natifs, la bournonite, la blende, l'antimonglanz, le federerz, le fer oligiste, l'oxyde rouge de fer, la pyrite de fer et de cuivre. La baryte sulfatée, qui forme la gangue principale, est accompagnée de chaux fluatée et carbonatée. Ces filons traversent les mêmes roches que les filons de quartz de la première formation, mais ils traversent de plus les porphyres quartzifères récents qui coupent ces derniers filons.

Les filons de Freiberg présentent quelques particularités remarquables dans leur passage à travers le porphyre; ainsi, les filons de baryte sulfatée perdent de leur puissance, ou bien ils se subdivisent. Ils ont cependant rejeté le porphyre, comme on peut le voir très bien dans la mine Gottlob-Morgenzug (Himmelfahrt). M. de Charpentier rapporte que le filon Isaac, qui a 20 pouces dans le gneiss, se réduit à 6 dans le porphyre; dans le gneiss, il contient de la galène ou de la chaux fluatée et du quartz, tandis que, dans le porphyre, il ne contient que du quartz avec un peu de galène.

Quand les conglomérats de porphyre sont compactes, les filons s'y continuent; quand ces conglomérats sont désagrégés, les filons s'y perdent.

Quelques porphyres sont plus durs dans le voisinage des filons, comme s'ils étaient devenus plus riches en quartz; d'autres fois, c'est le contraire, et les porphyres sont très décomposés.

En Bohême, le micaschiste de Joachimstahl est traversé par des filons de porphyre quartzifère qui sont eux-mêmes traversés par des filons métallifères en relation avec eux. Le filon Elias a à peu près la même direction qu'un filon de porphyre; les deux filons se croisent plusieurs fois, et le filon métallifère traverse tantôt le micaschiste, tantôt le porphyre. Dans la première roche, sa gangue est formée d'argile; dans la deuxième, elle est formée de hornstein. L'influence du porphyre sur la richesse en minerai est surtout très remarquable; à une certaine distance du porphyre, le filon métallifère ne contient que peu de minerais, tandis qu'il est très riche dans le porphyre, où il contient de l'argent natif, de l'argent sulfuré, et presque tous les minerais métalliques de Joachimstahl, à l'exception, toutefois, du rothgültigerz; ainsi, le porphyre a enrichi le filon, mais il a éloigné le rothgültigerz.

Minerai de manganèse et de fer. — Près d'Elgersburg (Thuringerwald), il y a des minerais de manganèse remarquables, qui ne sont

accompagnés que d'une très petite quantité de gangue, consistant en baryte sulfatée et carbonatée. Parmi ces minerais, les plus fréquents sont la psilomelane, la pyrolusite, la hausmannite, le wad, la braunite; la manganite y est rare. M. Credner fait remarquer que toute la masse du porphyre est pénétrée de veines de manganèse, et qu'elle présente les caractères d'un stockwerk. Il y a souvent des fragments de porphyre dans les filons dont la puissance maximum varie de 3 mètres à 5 mètres. Quand le porphyre n'est pas décomposé, les filons de manganèse en sont séparés d'une manière très nette; l'état du porphyre encaissant a, du reste, une grande influence sur la puissance et sur la richesse du filon.

A Ilmenau, on observe des filons de manganèse dans les mêmes circonstances que ceux qui viennent d'être décrits; mais la gangue y est plus abondante, et elle consiste en baryte sulfatée.

Près de Frederichroda (Thuringerwald), on trouve encore, dans le porphyre ou dans les conglomérats porphyriques, des filons de minerai de fer dont la puissance atteint 8 mètres et même 32 mètres. Ces filons sont formés d'un mélange d'hydroxyde de fer avec du braunspath et de la chaux carbonatée; il y a aussi des nids tapissés de fer oligiste, d'eisenrahm, d'hydroxyde de manganèse, d'un peu de chaux fluatée et de baryte sulfatée.

Minerais de mercure. — Dans le Palatinat, près de Wolfstein et de Bingart, on trouve des filons contenant des minerais de mercure qui pénètrent du porphyre quartzifère. M. de Dechen a fait sur ces filons de nombreuses observations, et les principales conclusions qu'il en a tirées sont les suivantes :

1. Les filons de mercure traversent tantôt le porphyre régulièrement comme au Konigsberg, près de Wolfstein; tantôt ils forment des brèches comme dans le porphyre du Lemberg, près de Ringart.

2. Ils sont constamment accompagnés d'argiles et de hornsteins qu'on ne retrouve pas dans le terrain houiller.

3. La roche encaissante des filons ou des brèches est pénétrée de minerai de mercure; les failles voisines sont également tapissées de minerai.

4. On trouve du minerai de mercure dans des failles qui traversent le porphyre et qui ne paraissent pas en communication directe avec les filons réguliers, mais il y en a peu dans la roche encaissante de ces failles : toutefois c'est ce qui a lieu à Lemberg.

Minerais d'étain et de cuivre. — Les principaux faits, relatifs au

gisement des minerais d'étain ou de cuivre et du porphyre dans le Cornwall, peuvent se résumer comme il suit (1) :

Le filon métallifère traverse dans certains cas le killas (schiste argileux), puis l'elvan, sans changement visible ; ce fait s'observe près de Gwinear, où le filon est aussi puissant et aussi abondant dans l'elvan que dans le killas.

Quand un filon pénètre dans l'elvan, sa puissance diminue généralement. Ainsi à la mine de Lelant, un filon qui avait 18 pouces de puissance dans le granite, et qui était riche en étain, s'est appauvri et s'est réduit à 4 pouces dans l'elvan.

Quelquefois le filon se divise et devient plus dur dans l'elvan : ainsi à la mine Huel-Anne, près Phillack, il s'est divisé en trois petits filons dont l'exploitation a dû être abandonnée à cause de leur dureté. Souvent le contraire a cependant lieu ; le filon devient plus puissant et plus riche dans l'elvan ; c'est ce qui a été observé à la mine Huel-Alfred.

Le filon métallifère peut aussi imprégner complétement l'elvan : ainsi à la mine Huel-Vor, un filon ayant 2 pieds de puissance dans le killas, a pris une puissance de 5 pieds dans l'elvan, et de plus toute la roche encaissante était assez imprégnée de minerai d'étain pour être exploitée.

A la mine d'étain et de cuivre de Chacewater, deux filons d'elvan se sont réunis à une profondeur de 360 pieds, et ont formé un filon unique d'une puissance de 60 pieds; ce dernier filon d'elvan contient du minerai de cuivre, et de plus il est plus riche que chacun des deux filons de la réunion desquels il résulte.

Après cette lecture, M. Ch. Deville dit qu'il a eu l'occasion d'examiner, il y a peu de mois, dans la vallée de la Nahe, les porphyres quartzifères et les porphyres mélaphyriques si bien décrits par M. de Leonhardt. Il ajoute que l'examen de ces localités l'ont convaincu que ces roches n'ont pas paru seulement à la fin des dépôts de grès vosgien ou de terrain houillier qu'elles ont traversés, mais qu'elles ont dû alterner avec les couches de sédiment au milieu desquelles on les voit s'intercaler. Il cite en particulier la rive gauche de la Nahe, entre Kirn et Oberstein, où l'on voit clairement ces alternances

(1) Corne, *Transact. of the geol. Soc. of Cornwall*, t. I, p. 97. — Henwood, *On the metalliferous deposite of Cornwall*, t. V, p. 192. — Boase, *On the geology of Cornwall*, t. IV, p. 277.

et ces enchevêtrements. Il ajoute qu'on pourrait peut-être attribuer à la circonstance de ces phénomènes ignés le manque absolu de houille dans toute cette portion du bassin de Sarrebrück. La présence des amygdaloïdes indique sans doute aussi que les éruptions avaient lieu sous une couche d'eau.

M. Deville termine en faisant remarquer qu'il y aurait toute une étude à faire des localités où, par suite, sans doute, d'une moindre résistance de la croûte extérieure, les roches plutoniques ont tendu à se faire jour à presque toutes les époques géologiques. Cette étude, il l'a commencée, à ce point de vue, pour la chaîne des Antilles, qui présente cette remarquable concomitance entre les dépôts sédimentaires et les éruptions plutoniques, depuis les terrains schisteux anciens, contemporains de syénites et de diorites, jusqu'à l'époque actuelle qui produit à la fois les éruptions volcaniques et les dépôts arénacés, calcaires et madréporiques.

M. Delesse fait la communication suivante :

Sur les calcaires cristallins, par M. Delesse.

Je vais faire connaître sommairement les résultats de quelques recherches que j'ai entreprises sur les caractères minéralogiques et géologiques des *calcaires cristallins*.

J'exposerai d'abord ce qui est relatif au *calcaire du gneiss*, qui forme l'un des types les mieux caractérisés du calcaire cristallin; puis je m'occuperai des *calcaires cristallins* en général

Calcaire du gneiss (1).

Le *gneiss* renferme accidentellement un *calcaire* qui présente des caractères minéralogiques bien constants dans toutes les contrées dans lesquelles il a été observé.

Dans les Vosges, que je prendrai comme exemple, le *gneiss* formant la roche encaissante de ce calcaire est composé d'*orthose*, de *quartz* et de *mica*; il contient, dans certains cas, de l'*amphibole hornblende*, du *graphite*, du *grenat*, etc.

Le *calcaire du gneiss*, que je vais décrire d'une manière spéciale,

(1) Voir pour plus de détails : *Annales des mines*, 4e sér., t. XX, p. 141. *Mémoire sur le calcaire du gneiss dans les Vosges.*

a une couleur blanche; sa structure est saccharoïde ou même largement cristalline : ces deux propriétés sont déjà assez caractéristiques, car elles le distinguent du calcaire généralement coloré et à structure grenue ou légèrement cristalline qu'on trouve, soit dans les schistes talqueux, soit dans certains terrains de transition métamorphiques.

Dans les Vosges, il ne renferme que peu ou point de magnésie à l'état de carbonate; cependant sa masse en contient une proportion notable qui est le plus généralement à l'état d'hydrosilicate, et quelquefois à l'état de fluosilicate ou d'aluminate.

On observe dans le *calcaire du gneiss* une grande variété de minéraux.

Le plus caractéristique et le plus constant de ces minéraux est un *mica*, à base de magnésie, dont la couleur varie généralement du jaune d'or au rouge de cuivre; lorsqu'il n'a pas été altéré par l'action atmosphérique, il n'a pas l'éclat propre au mica, et sa couleur est verdâtre. Sa densité est de 2,746. Il a deux axes de double réfraction très rapprochés, qui, d'après les observations de M. Silliman, font entre eux un angle compris entre 7° et 18°.

Au chalumeau, il s'exfolie et il jette un vif éclat; il fond ensuite en un émail blanc, mais difficilement et seulement sur les bords. Il ne donne rien de particulier avec le nitrate de cobalt.

Il s'attaque par l'acide chlorhydrique ou sulfurique concentré, et la dissolution contient du fer à l'état de protoxyde.

L'analyse d'un échantillon de ce mica, qui provenait de la carrière du Saint-Philippe, près de Sainte-Marie-aux-Mines, m'a donné, pour sa composition :

		Oxygène.	Rapports.	
Silice	37,54		19,508	4
Alumine	19,80		9,247	2
Protoxyde de fer	1,61	0,367	13,792	3
Protoxyde de magnésie	0,10	0,022		
Chaux	0,70	0,197		
Magnésie	30,32	11,734		
Soude	1,00	0,256		
Potasse	7,17	1,216		
Fluor	0,22			
Perte au feu	1,51			
	99,97			

Ce *mica* se distingue de tous ceux qui ont été analysés jusqu'ici par sa grande teneur en magnésie, qui est même égale à celle d'une chlorite; c'est sans doute à sa richesse en magnésie qu'il

doit d'avoir un éclat gras, d'être un peu doux au toucher et de se laisser attaquer facilement par les acides. Comme ce *mica* est à deux axes, on voit, en outre, qu'on ne saurait admettre que les micas à base de magnésie sont à un axe.

Il contient à la fois de la potasse et de la soude.

Il est encore remarquable par sa faible teneur en silice.

Il appartient à la variété désignée par M. Breithaupt sous le nom de *phlogopite*, et il se laisse assez bien représenter par la formule $3\,\dot{R}^3\,\dddot{S}i + \dot{R}^2\,\dddot{S}i$.

On trouve également dans le *calcaire du gneiss* un minéral qui paraît être une variété de *pyrosklérite*. Au Saint-Philippe, il a une belle couleur verte assez claire, qui tire quelquefois sur le vert grisâtre, sur le vert bleuâtre ou sur le vert émeraude; son éclat est gras et cireux, sa dureté est faible; aussi, jusqu'à présent, il a toujours été regardé comme de la serpentine.

Sa densité est égale à 2,622.

Il s'attaque complétement par l'acide chlorhydrique bouillant, mais la silice ne fait pas gelée.

Au chalumeau, il fond avec bouillonnement en un verre blanc et bulleux.

Son analyse m'a donné :

Silice	38,29
Alumine	26,54
Oxyde de chrome	traces.
Protoxyde de fer	0,59
Protoxyde de manganèse	traces.
Chaux	0,67
Magnésie (par différence)	22,16
Eau	11,65
	100,00

Par ses caractères physiques et chimiques, ce minéral se rapproche de la *pyrosklérite*, de M. Kobell, ainsi que de la serpentine d'Aker, de M. Lychnell; il en diffère, cependant, par une teneur plus grande en alumine : tous ces minéraux, qui ont été peu étudiés jusqu'à présent, sont des hydrosilicates d'alumine et de magnésie, contenant un peu de chrome.

La *pyrosklérite* joue, d'ailleurs, un rôle important dans la géologie, et elle a généralement été décrite comme de la serpentine, avec laquelle il est d'autant plus facile de la confondre qu'elle lui est souvent associée, et que, dans certaines fissures, elle devient

asbestiforme comme le chrysotil; elle s'en distingue, cependant, par sa structure un peu lamelleuse, par un éclat légèrement nacré, par sa fusibilité au chalumeau, qui est plus grande que celle de la serpentine, et par la couleur blanche que lui donne la calcination.

Il y a du *pyroxène* dans le *calcaire du gneiss*, et le même minéral se retrouve quelquefois dans le gneiss encaissant. Il était intéressant de comparer la composition du pyroxène développé dans le *calcaire* avec celle du *pyroxène* développé dans le *gneiss*, et aussi avec celle d'une *amphibole* qui lui est associée ; cette comparaison résulte des trois analyses qui suivent :

I. *Pyroxène* vert un peu grisâtre, tendre et doux au toucher ; *p. sp* = 3,048 —, il est en rognons dans le *calcaire* du Chippal.

II. *Pyroxène* vert asperge disséminé dans le *gneiss* qui forme le toit du calcaire du Saint-Philippe.

III. *Amphibole* brune, très lamelleuse *p. sp.* = 3,076 : elle est associée au pyroxène (II) dans le *gneiss* qui forme le toit du calcaire de Saint-Philippe.

	I	II	III
Silice.	54,01	53,42	44,82
Alumine.	1,10	1,38	13,18
Oxyde de chrome. . . .	»	»	traces.
Protoxyde de manganèse.	traces.	»	traces.
Protoxyde de fer.	4,25	8,53	11,17
Chaux.	16,10	21,72	9,69
Magnésie.	20,94	14,95	19,48
Perte au feu.	3,60	»	1,66
	100,00	100,00	100,00

Les autres minéraux qui s'observent dans le *calcaire du gneiss* des Vosges sont : le *graphite*, le *spinelle*, la *condrodite*, la *pyrite de fer magnétique*, la *pyrite de fer*, l'*orthose*, un *feldspath* à éclat gras qui est analogue à celui nommé *halleflinta* par les minéralogistes suédois, mais qui est probablement moins riche en silice, le *sphène*, le *quartz*, la *trémolite*, une espèce de *chlorite*, etc... Dans le voisinage des filons métallifères, on y trouve d'ailleurs de la *galène*, de la *blende*, et d'autres minerais métalliques.

Le *calcaire* se présente dans le *gneiss* en amas très irréguliers, dont la structure, légèrement schistoïde, suit généralement toutes les inflexions du gneiss encaissant.

Si on étudie le *mode de gisement* des minéraux dans le calcaire du gneiss, on reconnaît qu'ils sont disséminés dans le calcaire, ou bien qu'ils y forment, soit des arborisations, soit des rognons.

Ainsi le *spinelle*, la *condrodite*, sont disséminés dans le calcaire dans lequel ils se sont exclusivement développés; il en est de même de la *pyrite magnétique*, au moins dans les Vosges.

Le *graphite* et la *pyrite de fer* sont disséminés à la fois dans le calcaire et dans le gneiss.

Enfin le *phlogopite*, la *pyrosklérite*, sont également disséminés dans le calcaire, mais ils se retrouvent aussi soit dans les arborisations, soit dans les rognons; les minéraux qui leur sont associés dans les rognons sont l'*orthose*, le *feldspath à éclat gras*, le *pyroxène*, l'*amphibole*, le *sphène*, et très accidentellement le *quartz*.

Il importe, toutefois, de remarquer que la distinction, établie dans le mode de gisement des minéraux, du calcaire n'est pas absolue; ainsi, indépendamment de ce que le *phlogopite* et la *pyrosklérite* ont divers modes de gisement, les cristaux de *spinelle*, quoique s'étant toujours développés au contact du calcaire dans lequel ils sont disséminés, s'agglomèrent cependant suivant des espèces de rognons; d'un autre côté, le *sphène* est tantôt dans les rognons feldspathiques, et tantôt dans le calcaire.

Les *arborisations* formées par certains minéraux, et notamment par les feldspaths, se ramifient dans tous les sens à la manière de branches d'arbre, et il est facile de les mettre en évidence en dissolvant le calcaire dans un acide : ainsi, à Laveline, elles constituent quelquefois plus de la moitié de la roche.

Les *rognons* résultent de la concentration des minéraux, des arborisations dans certaines fissures qui se sont formées dans le calcaire parallèlement à sa ligne de contact avec le gneiss; au Saint-Philippe et au Chippal, par exemple, on reconnaît très bien que ces rognons sont en bancs parallèles entre eux, et qu'ils suivent toutes les inflexions de la roche encaissante.

Quand on examine la *structure* des rognons, on y distingue d'ailleurs une série de zones concentriques, qui, du centre à la circonférence, se succèdent avec une grande constance dans l'ordre suivant : *feldspath*, *pyrosklérite*, *mica*. Le *feldspath*, quand il se trouve dans un rognon, est toujours à son centre; c'est de l'orthose ou bien un feldspath à éclat gras; il passe insensiblement à la *pyrosklérite*. Dans le *feldspath*, ou dans la *pyrosklérite*, se trouvent ordinairement l'amphibole, le pyroxène, le sphène : enfin, le *mica* est toujours à la circonférence, et il enveloppe les minéraux qui composent le rognon.

La plupart des minéraux qui constituent les rognons du calcaire se retrouvent dans le gneiss encaissant, et notamment dans le gneiss qui sert de toit au calcaire du Saint-Philippe; ces miné-

raux sont : l'*orthose*, l'*oligoclase*, le *pyroxène*, l'*amphibole*, le *sphène;* ils forment des *filons* extrêmement irréguliers, qui pénètrent le gneiss dans tous les sens et qui se fondent même avec lui d'une manière insensible.

Dans quelques *druses*, au milieu de ces filons du gneiss, il y a de l'*orthose*, de l'*albite*, de l'*asbeste*, du *sphène*, du *quartz*.

Le *grenat* et l'*amphibole hornblende* se sont surtout développés près du contact du gneiss et du calcaire, et quelquefois près de filons traversant le gneiss, qui contiennent du pyroxène et du sphène.

Les *rognons* du *calcaire* et les *filons* du *gneiss* ont la plupart de leurs minéraux communs, savoir : l'*orthose*, le *feldspath* à éclat gras, le *pyroxène*, l'*amphibole*, le *sphène;* par conséquent, les *rognons* et les *filons* se sont formés simultanément, et ils proviennent d'injections ou plutôt de sécrétions qui ont eu lieu à la fois dans les deux roches, et qui ont rempli des fissures généralement parallèles à la ligne de contact du calcaire et du gneiss.

Les différences que les *rognons* et les *filons* présentent dans leur mode de gisement, dans leur nature, dans leur composition minéralogique et chimique, doivent d'ailleurs être attribuées à la différence même de leur gangue, qui est tantôt le *calcaire* et tantôt le *gneiss*.

Les *calcaires cristallins* peuvent avoir des âges très différents, et leur structure cristalline, ainsi que les minéraux qu'on y observe, paraissent être le résultat d'un métamorphisme postérieur à leur formation ; ce métamorphisme s'est produit jusqu'à des époques très récentes, car on trouve à Vogsburg, dans le terrain volcanique du Kaisersthul, et surtout dans le tuf ponceux de la Somma, près le Vésuve, ainsi que dans les terrains volcaniques de plusieurs volcans encore en activité, des blocs de calcaire saccharoïde contenant plusieurs des minéraux qui ont été signalés dans le *calcaire du gneiss*. Il est vraisemblable, cependant, que les calcaires cristallins, qui sont enclavés dans le gneiss, et qui présentent les mêmes associations de minéraux que dans les Vosges, ont pris leur structure cristalline lors de la cristallisation du gneiss encaissant, et que leur âge, ou au moins l'âge de leur métamorphisme, est le même : parmi les *calcaires du gneiss* identiques à ceux qui viennent d'être décrits, et offrant les mêmes associations de minéraux que dans les Vosges, on peut mentionner spécialement les calcaires de New-York, du Massachussets, du New-Jersey, dans les Etats-Unis d'Amérique, ainsi que ceux de la Suède, de la Norwége, de la Finlande, de l'Écosse, de la Saxe, etc.

Calcaires cristallins.

Les *calcaires cristallins*, considérés d'une manière générale, constituent un gisement qui est extrêmement remarquable par la netteté, ainsi que par la grande variété des minéraux qu'il renferme.

Ces calcaires ne sont pas toujours formés de carbonate de chaux pur; ils peuvent notamment contenir de la magnésie et quelquefois un peu d'oxydes de fer ou de manganèse; en outre, ils appartiennent à des terrains d'âges très différents; enfin, les circonstances dans lesquelles leur structure cristalline s'est développée peuvent être également très variées.

Quoi qu'il en soit, tous les *calcaires cristallins* ont des caractères communs résultant de la présence de certains minéraux qui restent les mêmes, et qui établissent entre eux une sorte de lien, indépendamment des différences importantes de composition chimique, d'âge et de formation qui viennent d'être signalées.

MM. Naumann, Breithaupt, de Léonhard, Hausmann, Keilhau, Durocher, Daubrée, A. Erdmann et Dana, ont déjà fait connaître les minéraux des *calcaires cristallins* de la Saxe, de l'Allemagne, des Alpes, des Pyrénées, de la Scandinavie, de l'Amérique du nord. J'ai pensé qu'il y aurait de l'intérêt à réunir dans un seul tableau les minéraux observés jusqu'à présent dans les divers *calcaires cristallins*; c'est ce que j'ai fait dans le tableau suivant, dans lequel ces minéraux sont groupés d'après les analogies qu'ils présentent dans leur composition chimique :

(*Voir le tableau.*)

Ce tableau montre que les minéraux des *calcaires cristallins* peuvent se diviser en *minéraux silicatés* et en *minéraux divers*.

Les *minéraux silicatés* sont très variés, et ils sont de beaucoup les plus abondants; souvent ils constituent une proportion notable de la roche; toutefois, la silice libre, ou le quartz, est généralement très rare.

Il importe de remarquer que la plupart de ces silicates contiennent de la magnésie; c'est ce qui a lieu, par exemple, pour le mica, la pyrosklérite, le pyroxène, l'amphibole, et généralement pour ceux qui s'observent avec la plus grande constance dans les *calcaires cristallins*. De plus, ces silicates magnésiens renferment ou peuvent renfermer une proportion d'eau assez notable, tandis que les autres silicates n'en ont pas ou en ont seulement une petite proportion.

D'après cela, j'ai pensé devoir diviser les silicates en deux séries : la première série, qui est sur la gauche du tableau, comprend

MINÉRAUX DES CALCAIRES CRISTALLINS (1).

MINÉRAUX SILICATÉS.

SILICATES AVEC BASES A — 3 at. d'oxygène.		Disthène [$\dddot{Al}\,\dddot{Si}^2$]. — Andalousite (Chiastolite). * Zircon [$\dddot{Zr}\,\dddot{Si}$].
SILICATES AVEC BASES A — 1 at. d'oxygène.	* Péridot blanc ($\frac{1}{3}$ Mg, $\frac{2}{3}$ Ca) $\dddot{Si}$. Serpentine. . . . . Hydrophite. . . . . Pikrophylle. . . . . Talc.	* Wollastonite [$\dot{Ca}^3\,\dot{Si}^2$]. . . . Edelforsite [$\dot{Ca}\,\dddot{Si}$].
SILICATES AVEC BASES A — 1, 3 ou 2 at. d'oxygène.	Clintonite (Seybertite, Chrysophane). . . . . Ripidolite, Chlorite. * Pyroxène (Salite, Fassaïte, Malacolite, Coccolite, Augite) [$\dot{R}^3\,\dddot{Si}^2$]. . . . . Pyrallolite. * Amphibole (Grammatite, Tremolite, Pargasite, Actinote, Hornblende, Asbeste). Cordierite [$\dot{R}^3\,\dddot{R}^3\,\dddot{Si}^5$]. Pyrosklerite. Bowenite. . . . . Boltonite. . . . . Villarsite. . . . . * Gehlenite [$(\dot{Ca}, \dot{Mg})^9\,\dddot{Al}^3\,\dddot{Si}^4$].	Chamoisite. . . . . Hisingerite. Ilvaïte [$\dot{Fe}\,\dot{Ca}^9\,\dddot{Fe}^2\,\dddot{Si}^4$]. . . . . * Sphène [$\dot{Ca}^3\,\ddot{Ti}^3\,\dddot{Si}^2$]. * Epidote [$\dot{R}^3\,\dddot{R}^2\,\dddot{Si}^3$]. . . . * Grenat, * Idocrase [$\dot{R}^3\,\dddot{R}\,\dddot{Si}^2$].
SILICATES AVEC BASES A — 1 et 3 atomes d'oxygène et alcalis.	Rosite. . . . . Groppite. . . . . Algerite. . . . . * Humboldtilite [$\dot{R}^6\,\dddot{R}\,\dddot{Si}^3$].	Paranthine (* Meïonite, Scapolite, Ekbergite, Wernerite, Porcelanspath, Nuttalite). Dipyre, Couzeranite [$\dot{R}^3\,\dddot{Al}^2\,\dddot{Si}^3$]. * Amphigène [$\dot{K}^3\,\dddot{Al}^3\,\dddot{Si}^8$]. * Néphéline [$(\dot{Na}, \dot{K})^2\,\dddot{Al}^2\,\dddot{Si}^3$]. . . . . * Davyne (Cancrinite) [$\dot{Na}^2\,\dddot{Al}^2\,\dddot{Si}^3 + (\dot{Na}, \dot{Ca})\,\ddot{C}$]. Feldspaths du 5e système. . . . { * Ryacolite (Dimorphie du Labrador) [$\dot{R}\,\dddot{R}\,\dddot{Si}^2$]. Loxoclase [$\dot{R}\,\dddot{R}\,\dddot{Si}^3$]. — Orthose (* Orthose vitreux) [$\dot{R}\,\dddot{R}\,\dddot{Si}^4$]. Feldspaths du 6e système. . . . { * Anorthite (Amphodélite) [$\dot{R}^3\,\dddot{R}^3\,\dddot{Si}^4$]. — Labrador (Glaucolite) [$\dot{R}\,\dddot{R}\,\dddot{Si}^2$]. Oligoclase [$\dot{R}\,\dddot{R}\,\dddot{Si}^3$]. Albite [$\dot{R}\,\dddot{R}\,\dddot{Si}^4$]. Hälleflinta.
SILICATES avec fluor, chlore, soufre, bore.	*Fluosilicates.* * Mica (Phlogopite). * Condrodite [$\dot{Mg}\,\dot{F} + 2\,\dot{Mg}^3\,\dddot{Si}$].	*Chlorosilicates.* Pyrosmalite. Sodalite [$\dot{Na}\,Cl + \dot{Na}^3\,\dddot{Al}^3\,\dddot{Si}^2$]. * Lazulite. * Haüyne. Skolopsite [$\dot{Na}\,\dddot{S} + \dot{R}^9\,\dddot{Al}^3\,\dddot{Si}^9$]. *Sulfosilicates.* Helvine. *Borosilicates.* { * Tourmaline. Axinite [$\dot{R}^3\,\ddot{R}^2\,(\dddot{Si}, \dddot{B})^4$]. Datolite (Botryolite). [$\dot{Ca}^6\,\dddot{Si}^4\,\dddot{B}^3\,\dot{H}^3$].

MINÉRAUX DIVERS.

MINÉRAUX non métalliques.	* Périclase [$\dot{Mg}, \dot{Fe}$]. * Spath fluor [$\dot{Ca}\,F$]. * Spinelle à base de magnésie, de fer ou de zinc [$\dot{R}\,\dddot{R}$].	* Graphite [C]. Bitume. * Carbonates de chaux, magnésie, fer et manganèse [$(\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Mn})\,\ddot{C}$]. — * Arragonite [$\dot{Ca}\,\ddot{C}$]. — Quartz [$\dddot{Si}$]. Chaux phosphatée, [$3\,\dot{Ca}\,\ddot{P} + \dot{Ca}\,(Cl, F)$]. Corindon [$\dddot{Al}$].
MINÉRAUX métalliques.	* Fer oxydulé [$\dot{Fe}\,\dddot{Fe}$]. Perovskite [$\dot{Ca}\,\ddot{Ti}$]. * Pyrite de fer [$\dot{Fe}\,S^2$].	* Oxyde de fer (rhomboédrique et octaédrique) [$\dddot{Fe}$]. Ilménite [$\ddot{Fe}, \dddot{Ti}$]. Pyrite de fer magnétique.

MINÉRAUX PROVENANT DE FILONS MÉTALLIFÈRES OU DE DIFFÉRENTES ROCHES.

(1) Les minéraux de ce tableau, qui sont marqués d'un astérisque, sont ceux qui se trouvent dans le calcaire cristallin de la Somma, près du Vésuve.
On n'a mis en regard de chaque minéral la formule qui le représente, que quand cette formule a paru établie par un nombre suffisant d'analyses.

les silicates contenant de la *magnésie*, qui sont les plus abondants, les plus constants et les plus caractéristiques du calcaire cristallin; la deuxième série comprend les silicates ne contenant que *peu* ou *point* de *magnésie*, qui, si on en excepte les feldspaths, sont des minéraux accidentels : du reste, cette division n'a rien d'absolu, et un même minéral, tel que la tourmaline, peut se trouver dans la première série ou dans la deuxième, suivant qu'il contient ou qu'il ne contient pas de magnésie.

J'ai encore distingué les *minéraux silicatés* en *silicates* proprement dits, et en *fluo-*, *chloro-*, *sulfo-*, *boro-silicates*.

Les *silicates* proprement dits ont été réunis en quatre groupes principaux, d'après la nature de leurs bases.

Le premier de ces groupes comprend les silicates dont les bases ont trois atomes d'oxygène (alumine, zircone); la deuxième, ceux dont les bases ont un atome d'oxygène (magnésie, chaux, protoxyde de fer); la troisième comprend les silicates qui ont à la fois les bases des deux premiers groupes; le sphène, qui contient un oxyde à deux atomes d'oxygène, a d'ailleurs été réuni à ce groupe. Enfin, le quatrième groupe comprend les silicates qui contiennent des alcalis, indépendamment des autres bases des groupes précédents.

Quant aux *minéraux divers*, ils se subdivisent en *minéraux non métalliques* et en *minéraux métalliques*.

Les premiers sont toujours en petit nombre, et il en est généralement de même pour les seconds, qui peuvent manquer complétement, ou qui se réduisent le plus souvent aux pyrites et aux oxydes de fer.

Cependant, dans certains calcaires cristallins, il y a un très grand nombre de *minéraux métalliques* ou de minerais qui sont identiques à ceux des filons métallifères; ils forment des minerais de fer, de cuivre, de cobalt, de zinc, de plomb, d'étain, et ils sont généralement à l'état de sulfures, d'arséniures, d'antimoniures, d'oxydes, de carbonates, etc.; ils peuvent être accompagnés par d'autres minéraux provenant de leur oxydation ou de leur décomposition, ainsi que par les nombreux minéraux qu'on observe, soit dans les druses, soit dans la gangue des filons métallifères.

Enfin, on trouve aussi dans certains calcaires cristallins quelques minéraux provenant de filons feldspathiques ou de différentes roches qui les avoisinent.

Je n'ai fait figurer sur le tableau aucun des minerais ou des minéraux desquels je viens de parler en dernier lieu; car leur présence dans le calcaire paraît être accidentelle, et souvent elle peut être attribuée au voisinage ou à la pénétration d'autres roches.

Le calcaire cristallin étant généralement plus friable et plus per-

méable que les roches silicatées qui l'encaissent, on comprend en effet que les minéraux des filons métallifères, ainsi que ceux des filons feldspathiques qui lui sont postérieurs, ont pu s'y développer facilement; on conçoit même qu'à l'époque de la cristallisation, plusieurs minéraux, tels que ceux du groupe des feldspaths, ont pu être sécrétés par les roches encaissantes qui sont ordinairement feldspathiques, tandis que d'autres minéraux, tels que le grenat et l'amphibole, résultaient de la réaction de ces roches sur le calcaire.

Il est très difficile, d'après cela, de distinguer, parmi les minéraux des calcaires cristallins, ceux qui sont normaux de ceux qui ne sont qu'accidentels; mais, quoi qu'il en soit, si on laisse de côté les minéraux provenant de filons métallifères ou bien de différentes roches, et si on néglige les minéraux incertains ou mal définis, le tableau précédent représentera assez bien les minéraux des *calcaires cristallins* (1).

On voit par ce tableau que ces minéraux sont extrêmement nombreux, et on ne pourrait pas citer un même calcaire dans lequel tous aient été observés; c'est qu'en effet ils se présentent surtout par groupes qui sont vraisemblablement en relation avec les circonstances dans lesquelles la structure cristalline du calcaire s'est développée; on conçoit, dès lors, que, quand les minéraux d'un groupe dominent, ceux de l'autre groupe puissent au contraire disparaître complétement.

Si l'on considère seulement les minéraux les plus répandus et les plus importants des *calcaires cristallins*, on peut les répartir en quatre *groupes* principaux, qui sont les suivants :

1° Talc, Chlorite; — Serpentine; — Andalousite, Disthène;
2° Wollastonite, Edelforsite; — Grenat, Idocrase; — Pyroxène, Amphibole;
3° Couzéranite, Dipyre; — Paranthine;
4° Feldspaths, Pyrosklérite, Mica.

Les minéraux du premier groupe sont généralement dans des calcaires dont la structure est peu cristalline, et qui n'ont été que légèrement métamorphisés.

Les minéraux du deuxième et du troisième groupe sont dans des calcaires à structure cristalline; leur grande richesse, soit en chaux, soit en magnésie, semble indiquer qu'ils résultent de combinaisons

(1) Les considérations qui précèdent m'ont engagé à omettre sur le tableau la baryte sulfatée, la strontiane sulfatée, les zéolites, etc.

J'ai omis de même quelques minéraux rares dont la composition est encore incertaine, tels que la predazzite, le sous-carbonate de chaux du Vésuve, qui a été analysé par Klaproth ($2\,\dot{Ca}\,\ddot{C} + \dot{Ca}\,\dot{H}^2$), etc

directes de ces deux bases, qui se trouvaient dans le calcaire avec de la silice ou avec des silicates ; pour le troisième groupe, les silicates qui se sont formés contiennent, en outre, un peu d'alcalis.

Les minéraux du quatrième groupe sont dans des calcaires à structure très cristalline ; parmi ces minéraux, les plus importants sont les feldspaths, qui sont très riches en alcalis et qui proviennent de sécrétions qui se sont opérées dans ces calcaires. Ils peuvent être accompagnés par divers minéraux des trois groupes précédents, et en outre par des minéraux nettement cristallisés, tels que le spinelle, la condrodite, le spath-fluor, la chaux phosphatée, etc.

— Les minéraux des *dolomies cristallines* ne paraissent pas différer essentiellement des minéraux des *calcaires cristallins* formés de carbonate de chaux pur ; cependant il y a habituellement de la trémolite dans les dolomies.

La *dolomie* célèbre du Saint-Gothard, qui peut être citée comme un type de *dolomie cristalline*, contient de la tremolite, du talc, du mica, du graphite, du corindon, du quartz, de la tourmaline, du réalgar. Le talc et le mica se retrouvent d'ailleurs avec les mêmes caractères dans certaines roches, telles que l'*anhydrite* ou le *gypse*, qui paraissent également métamorphiques et qui forment souvent des amas intercalés dans le *calcaire* ou dans la *dolomie cristalline*.

— Le *calcaire cristallin* de la Somma constitue, par la grande variété des minéraux qu'il renferme, l'un des types les plus remarquables du *calcaire cristallin ;* les minéraux de ce calcaire ont été étudiés avec beaucoup de soin par différents minéralogistes, notamment par MM. Monticelli et Covelli (1).

Sur le tableau précédent, j'ai marqué d'un astérisque les minéraux qui ont été observés dans le calcaire de la Somma ; j'ai d'ailleurs omis ceux de ces minéraux qui sont incertains ou très accidentels, tels que la topaze, ceux qui sont métalliques et qui ne se trouvent qu'accidentellement dans le calcaire, tels que la galène, ainsi que ceux dont la présence doit être attribuée aux roches volcaniques encaissantes, tels que les zéolites.

Le nombre total des minéraux contenus dans les *calcaires cristallins* est, d'après le tableau, de 74 ; le nombre des minéraux contenus dans le *calcaire de la Somma* est seulement de 31 ; par conséquent ce dernier nombre est à très peu près les 2/5 du premier.

Il importe d'observer qu'on trouve dans le calcaire de la Somma à peu près les mêmes minéraux que dans les *calcaires cristallins*, qui sont enclavés dans le gneiss ou dans le granite et dont la structure

(1) Monticelli et Covelli, *Prodromo della minerologia vesuviana*

cristalline est la plus développée ; on y trouve même du sphène et du zircon.

Quoique le calcaire de la Somma renferme un grand nombre de minéraux riches en magnésie, tels que le péridot, le pyroxène, l'amphibole, le mica, la condrodite, la périclase, le spinelle, on peut remarquer qu'il renferme surtout ceux des minéraux magnésiens dans lesquels il n'y a pas d'eau ; il s'y trouve bien un peu de chlorite et peut-être du talc, mais ce n'est que rarement. La humboldtilite et la gehlenite, dans lesquelles il y a quelques centièmes d'eau, sont d'ailleurs pauvres en magnésie ; enfin on n'y rencontre pas de pyrosklérite ou d'autres hydrosilicates de magnésie, dont la présence est cependant si fréquente dans les calcaires dont la structure cristalline est bien développée.

Cette absence presque complète des hydrosilicates de magnésie est l'un des caractères qui, minéralogiquement, distinguent le mieux le calcaire de la Somma des autres calcaires cristallins et, en particulier, du calcaire du gneiss.

— Le tableau qui précède (voir page 126) montre que la *composition chimique* des minéraux des *calcaires cristallins* est extrêmement variée.

Dans les minéraux silicatés, les bases qui sont le plus généralement combinées avec la silice, sont la magnésie, la chaux, l'oxyde de fer, l'alumine, les alcalis ; elles ont formé un grand nombre de silicates simples ou complexes.

La magnésie est très abondante dans les minéraux des *calcaires cristallins*, de même que dans la plupart des roches métamorphiques ; elle forme des hydrosilicates simples ou des hydrosilicates complexes qui contiennent en outre, de l'alumine, de l'oxyde de fer, de la chaux et même des alcalis. Plusieurs de ces hydrosilicates ont sans doute été modifiés postérieurement à la cristallisation du calcaire, ou se sont développés par voie de pseudomorphose.

Il est très remarquable que ces silicates de magnésie se trouvent quelquefois dans des *calcaires cristallins* qui ne contiennent pas de magnésie ; un fait analogue s'observe pour les serpentines et pour les roches serpentineuses, car les veines de carbonate, qui les traversent si fréquemment, sont presque constamment du carbonate de chaux entièrement pur (1). On voit, par conséquent, que les circonstances, d'ailleurs très complexes, qui ont donné naissance aux calcaires saccharoïdes et aux roches serpentineuses, sont telles, que la magnésie s'est spécialement combinée avec la silice, tandis

(1) *Annales des mines*, 4e sér., t. XVIII, p. 332. — *Serpentine des Vosges*, par M. Delesse.

qu'au contraire la chaux s'est combinée avec l'acide carbonique.

La chaux s'est cependant combinée aussi avec la silice dans les calcaires cristallins, et elle a formé tantôt des silicates de chaux simples, tels que l'édelforsite, la wollastonite; tantôt des silicates avec chaux, magnésie et oxyde de fer, tels que le pyroxène, l'amphibole.

Comme un calcaire formé par voie de dépôt contient généralement de l'argile, qui est toujours très riche en alumine, il n'est pas étonnant de trouver dans un calcaire métamorphique une grande variété de silicates riches eux-mêmes en alumine; il y a d'ailleurs de l'alumine dans les roches feldspathiques encaissantes; aussi l'alumine entre-t-elle dans la composition de la plupart des silicates du calcaire cristallin. Elle forme, en effet, des silicates simples, tels que l'andalousite et le disthène; des silicates d'alumine, de chaux et de fer, tels que le grenat et l'épidote; des silicates d'alumine et d'alcalis, contenant quelquefois de la chaux, tels que la paranthine, le dipyre, la couzéranite, la sarcolite, l'amphigène, la néphéline, les feldspaths; et enfin des aluminates, tels que les spinelles; quelquefois même l'alumine a cristallisé à l'état de corindon.

Le titane a, le plus souvent, formé un silicate de titane et de chaux, qui est le sphène; dans certains cas, cependant, il a formé du titanate de chaux (perovskite), ou de l'ilménite.

Le fer s'est combiné avec le soufre dans les pyrites, et avec la silice dans plusieurs silicates. Il se présente aussi à l'état d'oxyde ou de carbonate; mais, dans ce dernier cas, il paraît généralement provenir de filons qui auraient pénétré le calcaire. Les silicates très riches en fer, tels que l'ilvaïte, l'hisingérite, la chamoisite, sont assez rares, et il est probable que leur développement doit être attribué de même au voisinage soit de gîtes métallifères, soit de filons.

Les silicates avec fluor, chlore, soufre et bore sont fréquents dans le calcaire cristallin; la plupart de ces minéraux se retrouvent non seulement dans le calcaire de la Somma, mais encore dans des laves et dans des roches dont l'origine ignée est incontestable; la sodalite, par exemple, a été observée jusque dans la lave du Vésuve de 1631 : la présence seule de ces minéraux, et notamment de ceux d'entre eux qui contiennent du chlore et du soufre, suffit donc pour démontrer que la chaleur a joué un certain rôle dans la formation des *calcaires cristallins*.

Les minéraux qui se sont développés dans les *calcaires cristallins* ont rarement leurs arêtes vives; c'est ce qu'on observe surtout pour les silicates, dont les formes, oblitérées ou arrondies

comme celles de la pargasite, rappellent complétement celles des rognons de silicates qui se trouvent dans ces mêmes calcaires. Ces formes arrondies tiennent vraisemblablement à la répulsion exercée par les molécules du calcaire sur les molécules des silicates qui constituent les cristaux ou les rognons; mais elles ne me paraissent pas devoir être attribuées à une sorte d'érosion ou de dissolution exercée par le carbonate de chaux sur les silicates; s'il en était ainsi, en effet, il est naturel de croire que les silicates immédiatement au contact du calcaire devraient être les plus riches en chaux; or, dans les rognons, par exemple, le mica, qui est toujours à la circonférence, ne contient pour ainsi dire pas de chaux, tandis que le sphène, le pyroxène, l'amphibole, qui contiennent des proportions notables de chaux, se sont souvent développés jusque dans la partie centrale du rognon.

Il importe cependant de remarquer que les circonstances dans lesquelles s'est produit le calcaire cristallin étaient telles, qu'il a pu se développer, par des combinaisons directes de la silice avec la chaux du carbonate, un grand nombre de silicates riches en chaux, qu'on ne retrouve pas toujours dans la roche encaissante et qui sont des minéraux de contact : ainsi, le tableau qui précède montre que la chaux a formé non seulement des silicates simples de chaux, mais encore un très grand nombre de silicates complexes contenant en outre de la magnésie, de l'oxyde de fer, de l'oxyde de titane, de l'alumine, des alcalis, du bore.

Enfin, la chaux s'est encore combinée avec d'autres substances que la silice, notamment avec les acides titanique, phosphorique et avec le fluor.

D'après M. Dana, il est très vraisemblable que l'acide phosphorique de la chaux phosphatée et le fluor du spath-fluor proviennent des débris de mollusques ou d'autres animaux; quant au graphite, qui est si fréquent dans le calcaire saccharoïde, il y a également lieu de croire qu'il a la même origine ou qu'il provient de débris végétaux.

— On peut remarquer, relativement à la *forme* des minéraux des *calcaires cristallins*, que les *minéraux silicatés* ont des formes qui, le plus ordinairement, appartiennent aux quatre derniers systèmes, et qui sont par conséquent compliquées; il n'y a guère d'exception à faire à cet égard que pour le grenat, l'amphigène, la néphéline, la davyne, qui cristallisent dans le système cubique ou dans le système rhomboédrique.

Les *minéraux non silicatés*, au contraire, ont des formes qui appartiennent le plus généralement aux deux premiers systèmes cristallins : ainsi, dans le tableau ci-dessus, tous ceux d'entre eux

qui sont inscrits dans la même colonne que le spath-fluor, cristallisent dans le système cubique, tandis que ceux qui sont inscrits dans la même colonne que la chaux phosphatée cristallisent généralement dans le système rhomboédrique ; en outre, la plupart des minerais métalliques des filons qu'on retrouve dans certains *calcaires cristallins*, ont aussi le plus souvent des formes qui se rapportent au système cubique ou rhomboédrique.

A la suite de la communication précédente, MM. d'Archiac et Delanoüe demandent à M. Delesse ce qu'il entend par calcaire métamorphique, et quelle origine il lui attribue.

M. Delesse ajoute alors à sa communication les développements suivants :

Sur l'origine des calcaires cristallins et notamment du calcaire du gneiss, par M. Delesse.

J'appelle *calcaire métamorphique*, et, en général, *roche métamorphique*, une roche qui, à une époque postérieure à sa formation, a subi des modifications notables dans ses propriétés physiques ou chimiques ; ces modifications de la roche sont accusées par le développement de divers minéraux, par des changements dans sa structure d'agrégation ou dans sa structure de séparation, ainsi que dans sa composition chimique.

Les modifications dans les propriétés physiques de la roche résultent de l'action de la chaleur, de l'électricité, du magnétisme, de la pression, ainsi que de tous les agents qui peuvent mettre en jeu les attractions et les répulsions moléculaires.

Les modifications dans les propriétés chimiques résultent de l'introduction de nouvelles substances dans la roche, par injection, par sublimation, par sécrétion, par cémentation et surtout par infiltration.

Les *calcaires cristallins* me paraissent devoir être considérés comme des *calcaires métamorphiques :* ils sont assurément métamorphiques à des degrés extrêmement différents ; mais, quoi qu'il en soit, tous ont subi, postérieurement à leur dépôt, des modifications dans leurs propriétés chimiques ou au moins dans leurs propriétés physiques. Il y a cependant des calcaires pour lesquels il y a lieu de faire une exception : ce sont les calcaires qui se sont déposés par voie de précipité chimique et qui étaient originairement cristallins : ils ne sauraient d'ailleurs être aucunement confondus avec les *calcaires métamorphiques* que j'ai décrits sous le nom

de *calcaires cristallins*, et ils ne renferment pas les minéraux qui les caractérisent.

Le *calcaire cristallin* enclavé dans le *gneiss* des Vosges, duquel je m'occuperai plus spécialement dans ce qui va suivre, me paraît, surtout d'après ses caractères minéralogiques et géologiques, devoir être considéré comme un *calcaire métamorphique*.

En effet, la couleur de ce *calcaire du gneiss* est blanche, sa structure est très cristalline, et il contient un grand nombre de minéraux.

Il est vrai qu'il ne présente pas des passages à un calcaire stratifié et coloré dans lequel il y ait des fossiles, mais ces passages s'observent fréquemment dans les couches calcaires, et si cela n'a pas lieu dans ce cas, cela tient sans doute à ce que ce calcaire a été métamorphosé tout entier.

Les principaux points sur lesquels il y a du calcaire, dans le gneiss des Vosges, sont d'ailleurs Sainte-Croix, Laveline, Sainte-Marie-aux-Mines, Sainte-Croix-aux-Mines; on peut remarquer que ces points peuvent être réunis par une ligne peu ondulée, ou même à peu près droite, et qu'ils paraissent correspondre à l'affleurement d'une ancienne couche calcaire.

De plus, il y a du graphite dans ce calcaire, et le même minéral se retrouve aussi dans le gneiss; or, il est très vraisemblable que ce graphite provient de débris végétaux ou animaux, disséminés dans les roches, qui ont produit le gneiss et le calcaire saccharoïde.

Enfin, les minéraux qui se sont développés dans le *calcaire du gneiss* des Vosges diffèrent essentiellement de ceux des filons calcaires, qui ont incontestablement une origine éruptive, soit aqueuse, soit ignée; car les minéraux de ces filons, qui sont généralement métallifères, sont les sulfures, les antimoniures, les oxydes et divers minerais métalliques; ils sont associés avec la chaux fluatée, la baryte sulfatée, le quartz, le fer carbonaté, etc., ou avec les autres minéraux qui forment la gangue des filons.

Au contraire, les minéraux qui se sont développés dans le *calcaire du gneiss* sont essentiellement des silicates, tels que des feldspaths, du pyroxène, de l'amphibole, du sphène, du mica, et aussi du spinelle, de la condrodite, etc. Or, ces minéraux ne se retrouvent pas généralement dans les filons de calcaire bien caractérisés: quelquefois, il est vrai, ils sont accompagnés de quelques minerais métalliques ou des minéraux des filons; mais dans les Vosges, et notamment à la Croix, c'est seulement dans le voisinage de filons métallifères, qui ont également imprégné d'autres roches, que le calcaire devient lui-même métallifère.

Dans certaines contrées, cependant, et en particulier dans la Scandinavie, la présence des minerais des filons métalliques est

très fréquente dans le calcaire du gneiss, et elle donne lieu à des exploitations importantes; on doit en conclure, par conséquent, que des éruptions métallifères, qui étaient très abondantes sur certains points du globe, ont accompagné ou suivi la cristallisation du calcaire et la formation du terrain de gneiss. D'après M. Breithaupt, ces calcaires métallifères pourraient même avoir une origine éruptive antérieure à la cristallisation du terrain de gneiss; ils proviendraient alors du métamorphisme de filons qui auraient été empâtés dans la masse du gneiss à l'époque de sa cristallisation: on s'expliquerait ainsi les formes irrégulières de ces amas calcaires, ainsi que la réunion des minéraux habituels du calcaire cristallin avec certains minerais appartenant aux filons métalliques. — On conçoit d'ailleurs que les minerais disséminés dans le gneiss et dans le calcaire qui lui est associé peuvent être tantôt contemporains de la cristallisation du gneiss, tantôt antérieurs et tantôt postérieurs.

Quoi qu'il en soit, il résulte des *caractères minéralogiques* du *calcaire du gneiss*, que c'est un *calcaire métamorphique*, et il est facile de voir que cela résulte aussi de ses *caractères géologiques*.

En effet, les calcaires métallifères, qui doivent incontestablement être regardés comme des filons, ont une puissance assez faible; ils sont réguliers, et jusqu'à un certain point continus, soit dans leur longueur, soit dans leur profondeur; en outre, ils sont séparés d'une manière très nette des roches qu'ils traversent, et, le plus ordinairement même, ils sont limités par des plans parallèles.

Il en est tout autrement pour le *calcaire du gneiss* dont nous nous occupons, qu'il soit d'ailleurs ou qu'il ne soit pas métallifère: non seulement il ne se présente pas en filons dans le gneiss, mais il y forme au contraire des amas très irréguliers et qui n'ont aucune continuité. On peut souvent observer plusieurs alternances successives du calcaire avec le gneiss encaissant, et à Laveline, par exemple, le calcaire s'engage dans le gneiss d'une manière tellement intime, qu'il y a un passage insensible d'une roche à l'autre. Le calcaire et le gneiss ont donc bien pu être formés originairement à des époques différentes, mais ils se pénètrent tellement l'un l'autre, qu'il n'est pas possible d'admettre que le calcaire ait une origine éruptive et qu'il ait été injecté dans le gneiss à la manière des filons; de plus, d'après son gisement, le calcaire a nécessairement dû cristalliser en même temps que le gneiss.

Si maintenant on cherche à expliquer le mode de formation du *calcaire métamorphique* du *gneiss*, on rencontre de grandes difficultés, car on ne trouve dans les causes actuelles que des analogies assez éloignées avec les circonstances qui ont donné à ce calcaire les

caractères minéralogiques et *géologiques* qui viennent d'être décrits.

Je pense cependant qu'on peut admettre l'hypothèse suivante : le calcaire a été primitivement déposé soit en amas par des sources chargées de carbonate de chaux, soit en couches stratifiées par les eaux de la mer ; ces couches dans lesquelles le calcaire a été intercalé appartiennent sans doute à certains étages du terrain de transition, et tous les géologues qui ont étudié les Vosges regardent d'ailleurs le gneiss encaissant le calcaire, comme un gneiss métamorphique résultant de modifications subies par ce terrain.

Les phénomènes qui ont produit ce métamorphisme du gneiss nous sont inconnus ; mais un terrain stratifié n'a pu se transformer en gneiss que par l'introduction de la quantité d'alcalis nécessaire pour produire le feldspath qui est l'un des éléments constituants du gneiss ; de plus, la chaleur a dû jouer un rôle dans le développement de la structure cristalline du calcaire et du gneiss, car il s'est formé dans le calcaire, du spinelle, de la condrodite, du grenat, de l'amphibole, du pyroxène, etc., c'est-à-dire des minéraux qui ont une origine ignée, puisqu'on les retrouve dans des calcaires qui sont sur les flancs du Vésuve ou dans la sphère d'action d'autres volcans encore en activité, tels que ceux de Ténériffe et des Iles-Ponces (1). D'un autre côté il n'y a pas eu fusion complète, car MM. Naumann et Keilhau ont observé des débris de polypiers dans le calcaire cristallin de la Norvége.

La nature et la grande variété des minéraux du *calcaire cristallin* rendent d'ailleurs extrêmement peu probable l'hypothèse d'une fusion complète de la roche ; on peut remarquer en effet que les roches qui ont été amenées à l'état fluide et qui ont une origine ignée, comme les laves, ont toujours une composition minéralogique très simple ; elles sont essentiellement formées de deux minéraux : l'un du genre feldspath dans lequel se sont concentrées l'alumine et les alcalis ; l'autre du genre pyroxène ou péridot, etc., dans lequel se sont concentrés l'oxyde de fer, la magnésie, la chaux. Dans le *calcaire cristallin*, au contraire, il y a des silicates très variés, tantôt à une seule base, tantôt à plusieurs bases, et ces silicates sont souvent associés soit avec de la silice libre, soit avec des silicates non saturés de bases ; de plus à côté de ces silicates il y a des bases très énergiques non combinées, telles que la magnésie (périclase), l'alumine (corindon) ; il y a en outre des oxydes métalliques, tels que les oxydes de fer, qui, dans certaines circonstances, paraissent être contemporains du calcaire ; il y a aussi des oxydes composés, tels que les spinelles, la pérovskite, dans lesquels l'oxyde

(1) Dufrénoy, *Ann. des mines*, 3e sér., t. XI, p. 385.

jouant le rôle d'acide (alumine, acide titanique) est un acide beaucoup moins énergique que la silice. On comprend donc bien que ces divers minéraux aient dû se former avec le concours de la chaleur ou des actions moléculaires qu'elle a développées, mais il est difficile d'admettre qu'ils résultent d'une fusion complète du *calcaire cristallin*.

D'ailleurs plusieurs faits prouvent que le feldspath peut se former dans les roches sans l'intervention d'une chaleur élevée ; ainsi, par exemple, dans le terrain d'arkose de la Poirie (Vosges), il s'est développé des cristaux d'orthose dans des couches d'argiles (argilolithes) qui n'ont aucunement été fondues et dont la stratification est encore très reconnaissable. Au champ Morel, commune de Saint-Laurent (Saône-et-Loire), des cristaux d'orthose blanc rosé se sont développés postérieurement dans un calcaire à gryphées arquées, dont la structure est cristalline, mais qui a cependant conservé une couleur gris jaunâtre différant peu de sa couleur habituelle. Enfin, à Steimel, des cristaux de feldspath ont été observés par M. de Dechen dans l'intérieur du bouclier abdominal d'un Homalonotus qui était encore très reconnaissable.

De même, dans les environs de Thann et dans le sud des Vosges, les grauwakes du terrain de transition sont très fréquemment complétement feldspathisés, et cependant on y trouve de nombreux débris végétaux qui se sont très bien conservés malgré la formation postérieure des cristaux de feldspath du sixième système.

La pénétration intime et mutuelle du *calcaire* et du *gneiss* montre toutefois que le calcaire et le gneiss ont été amenés à l'état de plasticité, sinon à l'état de fluidité parfaite ; la diffusion du feldspath disséminé dans la masse du calcaire montre d'ailleurs que la pâte du gneiss était assez fluide pour être sécrétée.

La pénétration du calcaire par le gneiss ainsi que les ondulations que les deux roches présentent quelquefois à leur contact, font voir encore que la pression a joué un grand rôle lors de la cristallisation du terrain de gneiss; elle a produit dans le calcaire des fissures généralement parallèles à sa ligne de contact avec le gneiss, et on peut les comparer à celles qui se forment dans un livre dont les feuillets sont pressés ou refoulés latéralement. Ces fissures ont été immédiatement remplies par des sécrétions de la matière répandue dans le calcaire, et elles ont donné lieu à des zones parallèles de rognons, tandis que la même matière formait des filons ou des stockwerks dans les fissures du gneiss.

Quoique dans beaucoup de calcaires métamorphiques les minéraux se soient surtout développés entre les joints naturels provenant de la stratification, ce n'est pas ce qui a eu lieu pour les ro-

gnons qui se sont développés dans le *calcaire du gneiss* des Vosges; le parallélisme de ces rognons me paraît résulter plutôt d'un phénomène de pression.

De même que la chaleur, la pression a encore facilité la mise en jeu des attractions moléculaires et le développement des divers minéraux disséminés dans le calcaire.

Postérieurement à la cristallisation du calcaire et du terrain de gneiss, certains minéraux ont été et sont vraisemblablement encore modifiés par des actions chimiques résultant d'infiltration, en sorte que des minéraux nouveaux se sont formés par voie de pseudomorphose : ainsi, par exemple, ce sont des phénomènes de ce genre qui me paraissent avoir produit la pyrosklérite.

En résumé, je pense que le *calcaire cristallin* qui s'observe en amas dans le *gneiss* des Vosges a été originairement formé par voie aqueuse ; puis, sous l'influence de la chaleur, de la pression et des autres agents qui peuvent mettre en jeu les actions moléculaires, il a pris de même que le gneiss une structure complétement cristalline ; en même temps il s'y est développé du feldspath ainsi que les divers minéraux qui lui sont associés ; postérieurement, d'autres minéraux, tels que la pyrosklérite, se sont encore développés par voie de pseudomorphose.

L'étude minéralogique de toutes les roches métamorphiques apprend de même à y distinguer les substances minérales qui les constituaient originairement, des minéraux qui se sont développés ultérieurement ; ces minéraux qui peuvent s'être formés soit d'une manière instantanée, soit d'une manière lente, ont tantôt une origine ignée et tantôt une origine aqueuse.

M. J. Delanoüe prend la parole après M. Delesse pour signaler tout l'intérêt que présentent ces études chimiques des roches. Ce genre de recherches étant, dit-il, le seul qui puisse faire réellement progresser la géologie du globe, on ne saurait trop encourager ceux qui, comme M. Delesse, persévèrent dans une étude si longue et si aride par elle-même. M. J. Delanoüe ne peut cependant s'empêcher de protester contre les idées métamorphiques auxquelles l'auteur croit avoir besoin de recourir pour justifier la présence du gypse, de l'anhydrite et de divers minéraux ou roches alcalifères. M. J. Delanoüe n'admet pas que la soude et la potasse aient pu pénétrer dans les grès quartzeux pour les feldspathiser et les convertir en gneiss. Il ne peut pas croire à la sulfatisation des calcaires, métamorphosés ainsi sur place en gypse et en anhydrite. La couche exté-

rieure de gypse produit aurait garanti la masse calcaire de toute altération ultérieure. Il admet encore moins l'intrusion du carbonate magnésique dans les masses calcaires pour les dolomiser; et ce qui l'étonne, c'est la faveur universelle et incontestée dont on laisse jouir aujourd'hui cette hypothèse toute gratuite de M. de Buch.

M. Delanoüe demande ensuite à M. Delesse comment il conçoit que le feldspath ait pu se transformer en pyrosklérite.

En réponse aux observations de M. Delanoüe sur l'origine pseudomorphique de la pyrosklérite, M. Delesse ajoute encore les développements qui suivent :

Sur l'origine de la pyrosklérite, par M. Delesse.

La présence d'un hydrosilicate d'alumine et de magnésie, dans le calcaire cristallin et notamment dans le calcaire du gneiss, paraît, au premier abord, devoir s'expliquer d'une manière toute naturelle, en admettant qu'un hydrosilicate d'alumine et de magnésie était disséminé dans le calcaire avant sa cristallisation ; la présence de ces hydrosilicates est fréquente dans les calcaires, même dans ceux qui sont les plus récents; ainsi M. Berthier a trouvé qu'il y avait 27 pour 100 d'un hydrosilicate de magnésie et d'alumine dans le calcaire d'Argenteuil près Paris(1). Il me paraît cependant résulter de toutes les circonstances du gisement de la pyrosklérite, qu'elle a une origine pseudomorphique.

En effet, prenons comme exemple la pyrosklérite qui se trouve dans le calcaire du gneiss au Saint-Philippe, près de Sainte-Marie-aux-Mines.

L'étude de ce gisement montre que les rognons du calcaire et les filons du gneiss ont été formés simultanément; mais si la pyrosklérite a cristallisé en même temps que les autres minéraux des rognons et des filons, il est bizarre qu'elle ne se trouve que dans le calcaire et qu'on ne la rencontre pas dans le gneiss. On peut, il est vrai, expliquer cette particularité par l'influence de la roche encaissante; mais il semble cependant que, tandis que la pyrosklérite se développait dans les rognons du calcaire, un autre minéral hydraté aurait dû se développer dans les filons du gneiss; cependant, bien que l'amphibole, le pyroxène et l'oligoclase de ces

(1) Fournet, *Bulletin de la Soc. géol.*, 2e sér., t. IV, p. 232.

filons contiennent 1, au plus 2 pour 100 d'eau, on n'y trouve aucun minéral qui contienne 10 pour 100 d'eau comme la pyrosklérite.

Ce fait, que la pyrosklérite ne s'est développée que sous l'influence du calcaire, peut donc donner lieu à une présomption en faveur d'une origine pseudomorphique ; mais, en étudiant le mode de gisement de la pyrosklérite dans le calcaire, on observe plusieurs faits qui viennent confirmer cette opinion.

Les propriétés physiques et chimiques de la pyrosklérite sont en effet assez variables, et, pour plusieurs minéralogistes, elle ne constitue même pas une espèce minérale bien définie : il arrive, par exemple, qu'à la surface d'un même rognon, elle est compacte comme de la serpentine, tandis qu'à l'intérieur elle est lamelleuse; dans le premier cas, elle se laisse facilement rayer par l'ongle, tandis que cela n'a point lieu dans le second. Enfin, les résultats que j'ai obtenus pour la composition chimique de la pyrosklérite du Saint-Philippe, qui avait cependant une structure cristalline, diffèrent plus de ceux obtenus par M. de Kobell, ainsi que par M. Lychnell pour le minéral d'Aker, et par M. Svanberg pour le minéral vert de Taberg en Wermland (1), qu'ils ne diffèrent généralement dans un même minéral. D'après les comparaisons que j'ai pu faire sur quelques échantillons, je pense cependant qu'on doit réunir tous ces minéraux, qui paraissent d'ailleurs être dans le même gisement ; il est même vraisemblable que la chonikrite de MM. de Kobell et Scheerer n'est qu'une pyrosklérite qui serait incomplétement pseudomorphosée.

On peut encore remarquer que la pyrosklérite se fond toujours d'une manière insensible avec la pâte feldspathique ou avec le feldspath à éclat gras qui forme le centre des rognons; en sorte qu'il y a généralement une zone assez étendue dans laquelle le feldspath passe à la pyrosklérite : il n'y a de limite nette que dans le cas assez rare où le centre des rognons est formé d'orthose cristallisé *o* ; comme cela est représenté dans la figure suivante :

m, Mica. — *p*, Pyrosklérite. — *o*, Orthose.

En outre, la zone de pyrosklérite a toujours une épaisseur plus grande suivant la direction du grand axe *pp* du rognon, que suivant la direction de son petit axe.

---

(1) Dana, *System of mineralogy*, third edition, 1850, p. 691.

Il arrive quelquefois que des rognons sont formés seulement de mica et de pyrosklérite ; il n'y a pas de feldspath à leur centre. Cette circonstance peut s'expliquer facilement, en admettant que le feldspath a été complétement pseudomorphosé, tandis que, dans la plupart des rognons, il l'a été seulement près de sa surface.

Dans le calcaire du Saint-Philippe, on ne voit pas de cristaux isolés de feldspath, comme dans d'autres calcaires du gneiss des Vosges ; mais il y a cependant beaucoup de petits grains de pyrosklérite qui sont disséminés dans le calcaire, et qui, de même que certains rognons, ont sans doute été complétement pseudomorphosés, car il n'y a pas non plus de feldspath à leur centre.

Les faits qui précèdent montrent donc que la pseudomorphose qui donne naissance à la pyrosklérite s'opère de l'extérieur à l'intérieur, et qu'elle se propage par un phénomène analogue à celui qui produit la cémentation. Toutes choses égales, cette pseudomorphose est d'autant plus facile, que le feldspath a une épaisseur plus petite et une plus grande surface en contact avec le calcaire ; elle paraît aussi être plus facile dans la pâte feldspathique à éclat gras, dont la composition n'est pas bien définie, que dans l'orthose.

La zone de mica *mm* qui est le plus souvent intercalée entre la pyrosklérite et le calcaire, est d'ailleurs aisément perméable aux infiltrations qui doivent produire la pseudomorphose ; on conçoit par conséquent que la pseudomorphose puisse s'opérer à travers cette zone, comme quand le feldspath est en contact immédiat avec le calcaire.

Mais il est surtout un fait qui ne me paraît pouvoir être expliqué que dans l'hypothèse d'une origine pseudomorphique de la pyrosklérite. Il arrive souvent que les rognons feldspathiques sont traversés par des fissures ; or, j'ai toujours constaté que de la pyrosklérite s'est développée de part et d'autre de ces fissures. Ainsi, par exemple, j'ai observé un rognon tel que celui représenté par la figure ci-dessous,

t, Chlorite. — *m*, Mica. — *p*, Pyroskérite. — *f*, Feldspath. — *s*, Sphène.

dans lequel il y a une fente très nette *aa'* ; cette fente se voit dans la pâte feldspathique *f*, qui est blanche, à éclat gras, et dans laquelle sont disséminés quelques cristaux de sphène brun *s* ; on

peut même la suivre dans le mica *m*, ainsi que dans une chlorite *t*, qui forment des zones concentriques autour du feldspath *f*; et, bien qu'elle soit complétement ressoudée, on reconnaît sa trace à la partie inférieure et à la partie supérieure du rognon, dont les fragments RR′ ont été légèrement déplacés.

On ne saurait d'ailleurs supposer que l'on a ici deux rognons accolés suivant la ligne *aa′*, et analogues aux globules confluents qu'on observe dans les roches à structure orbiculaire ou globuleuse; car, bien que les rognons puissent être très contournés, ils ont toujours des formes arrondies, et ils ne se terminent pas par des biseaux, comme cela aurait lieu si R et R′ étaient deux rognons différents réunis suivant la ligne *aa′*. Les rognons sont, en outre, entourés par une zone de mica *mm* qui s'étend sur toute leur circonférence; comme il n'y a pas de zone de mica qui borde *aa′*, R et R′ ne sont pas des rognons accolés, mais bien les fragments d'un même rognon qui a été divisé par une fente *aa′*; de la pyrosklérite *p* s'est développée de part et d'autre de cette fente *aa′*, et, à partir de ses bords, elle se fond insensiblement dans la pâte feldspathique *f*.

Il résulte donc de là que la pyrosklérite s'est formée lorsque le rognon feldspathique était déjà consolidé et lorsqu'il pouvait se fissurer; de plus, elle s'est développée soit près de la fente *aa′*, soit à la circonférence du rognon feldspathique, c'est-à-dire dans toutes les parties dans lesquelles une infiltration pouvait avoir lieu; par conséquent, on doit admettre qu'elle résulte d'infiltrations et qu'elle a une origine pseudomorphique.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il est assez difficile de s'expliquer comment le feldspath ou le silicate qui se trouvait au centre du rognon s'est changé en pyrosklérite; mais, quoi qu'il en soit, il résulte de la composition chimique de ces deux minéraux que le feldspath a perdu ses alcalis, une partie de sa silice, et qu'il s'est au contraire combiné avec de l'eau et avec de la magnésie; ces modifications chimiques sont d'ailleurs très fréquentes dans les minéraux, et elles ont été souvent observées par MM. Blum, Bischof, Breithaupt et Böbert, qui ont fait voir le rôle important joué par l'eau et surtout par la magnésie dans la plupart des phénomènes de pseudomorphose.

Séance du 15 décembre 1851.

PRÉSIDENCE DE M. CONSTANT PRÉVOST.

M. Ch. Deville, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. Cailliaud, directeur du Musée, à Nantes (Loire-Inférieure), ancien membre de la Société, est admis, sur sa demande, à en faire de nouveau partie.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, novembre 1851.

De la part de M. Delesse, *Mémoire sur la constitution minéralogique et chimique des roches des Vosges. — Serpentine des Vosges* (extr. des *Ann. des mines*, 4e sér., t. XVIII, 1850), p. 309 à 356; in-8.

— *Minéralogie. Travaux de* 1849-1850 (*extraits par M. Delesse*) (extr. des *Ann. des mines*, 4e sér., t. XIX, 1851); in-8, 58 p. Paris, 1851, chez Thunot et Comp^e^.

— *Recherches sur la tourmaline, par M. C. Rammelsberg* (*extrait par M. Delesse*) (extr. des *Ann. des mines*, 4e sér., t. XIX, 1851); p. 317 à 329; in-8.

De la part de MM. Milne Edwards et Jules Haime, *A monography of the British fossil corals. — Second part. — Corals from the oolitic formations;* in-4, p. 71 à 145, pl. 12 à 30. Londres, 1851, à l'imprimerie de la Société paléontologique.

De la part de M. Rozet, *Coupes géologiques des Hautes-Alpes* (extr. des *Compt. rend. des séanc. de l'Acad. des sc.*, t. XXXIII, 1851); in-4, 3 p. Paris, 1851, chez Bachelier.

De la part de M. Alexis Perrey, *Note sur les tremblements de terre ressentis en* 1850 (extr. des *Bull. de l'Acad. roy. de Belg.*, t. XVII); in-8, 20 p.

— *Mémoire sur les tremblements de terre aux États-Unis, et dans le Canada* (extr. des *Ann. de la Soc. d'émul. des*

Vosges, t. VII, 1850); in-8, 62 p. Épinal, 1851, chez veuve Gley.

De la part de la Société libre du commerce et de l'industrie de Rouen, *Mémoire sur l'exposition universelle de Londres et considération sur le libre-échange;* in-4, 50 p. Rouen, 1851, chez A. Péron.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1851, 2e sem., t. XXXIII, nos 22 et 23.

L'Institut, 1851, nos 935 et 936.

Annales des mines, 4e sér., t. XX, 4e livraison de 1851.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, t. XXIII, no 114; in-8.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouvel annuaire de minéralogie, de géognosie et de géologie, de MM. de Leonhard et Bronn), année 1851, 6e cah., Stuttgart; in-8.

The Atheneum, 1851, nos 1258 et 1259.

Proceedings of the royal Irish Academy, pour l'année 1850—51, vol. V, part. 1; in-8.

Il est donné lecture d'une lettre de M. le prince Galitzin, qui envoie à la Société un échantillon d'un minéral trouvé par lui à Galitza. Ce minéral est de la pyrite de fer ordinaire ($Fe\,S^2$), cristallisée en cubes et en octaèdres réguliers.

M. Laurent communique la traduction du mémoire suivant de M. Luigi Cangiano.

Description géologique des points du royaume de Naples propices à l'obtention de sources artésiennes (extrait de sa *Notice sur les puits forés*), par M. Luigi Cangiano.

Le royaume de Naples, comme on le sait, forme une péninsule divisée par les Apennins en deux parties qui diffèrent beaucoup l'une de l'autre par leur formation géologique.

La partie qui s'étend du côté de la mer de Sicile présente en général, à l'exception de la formation volcanique du bassin de Naples, un assemblage non interrompu de terrain jurassique des Apennins, qui constitue la chaîne de ces montagnes élevées des Abruzzes et une partie de la province de Calabria-citra. La partie comprise le long du littoral de l'Adriatique, du golfe de Tarente et des Apennins, se compose de terrain crétacé,

excepté la partie méridionale du mont Gargano, formée de terrain jurassique.

Au pied de nos Apennins, s'étend une longue suite de monts et de collines de terrain tertiaire subapennin, qui, du côté de l'Adriatique et du golfe de Tarente, occupe tout le grand espace compris entre la chaîne des grandes montagnes de terrain jurassique et la formation crétacée ; et, de l'autre côté, correspondent également de semblables collines et montagnes de terrains crétacés et tertiaires le long du rivage de la mer de Sicile.

L'extrémité de notre royaume se compose de terrains plutoniques ou primitifs, mais est divisée en deux parties par l'isthme qui existe entre le golfe de Sainte-Euphémie et celui de Squillace, isthme qui se compose de terrain tertiaire. La première partie va le long du rivage de la mer de Sicile, depuis Guardia jusqu'à Sainte-Euphémie, et, du côté opposé, depuis Saint-Georgio jusqu'à Catanzaro, le long de la Sile. Cette formation plutonique est en général composée de gneiss, granite, serpentine, schiste, calcaire primitif ou marbre, et est entourée, tant du côté de la mer de Sicile que du golfe de Tarente, par le terrain tertiaire qui, du côté des montagnes plutoniques, se prolonge jusqu'à la mer ; la partie intermédiaire entre cette formation plutonique et celle jurassique se compose en entier de terrain tertiaire. La seconde partie plutonique constitue la province de Calabre, première ultérieure ou l'extrémité du royaume, et se compose presque entièrement de micaschiste et de gneiss ; elle est entourée du côté de la mer de Sicile par le terrain tertiaire, et du côté de la mer Ionienne par les terrains crétacés et tertiaires.

De ce que nous venons de dire plus haut et que nous connaissons par les ouvrages de Toredi, Melograni, Brocchi, Tchihatcheff, etc., il résulte que l'ensemble des chaînes de montagnes, des collines et des plaines de notre royaume, se compose, excepté la partie de terrain plutonique et volcanique, de trois terrains stratifiés différents, savoir : de terrain jurassique des Apennins, de terrain crétacé et de terrain tertiaire ; terrains qui, par leur composition minéralogique et leur conformation, sont propres à contenir, dans leur stratification, de l'eau sous la forme hydrostatique.

Après cet exposé général de la conformation de notre royaume et l'indication des terrains qui peuvent contenir de l'eau propre à jaillir du sol au moyen de puits forés, voyons quelles sont les localités qui offrent le plus de chances de succès.

De ce que nous apprend le forage que l'on exécute en ce moment dans le jardin du palais du roi à Naples, nous croyons pou-

voir déduire que l'on peut forer le sol de notre bassin avec la certitude de trouver des eaux souterraines capables de jaillir au-dessus du sol, en traversant par le forage toutes les diverses couches de la formation volcanique et les couches sous-inférieures de marnes et d'argiles tertiaires subapennines, et en arrivant par le forage sur le calcaire compacte secondaire, mais dans la partie orientale seulement.

Il est visible, et tous les géologues s'accordent sur ce point, que la formation volcanique qui comble le bassin de Naples est stratifiée ; mais c'est encore bien plus confirmé par le forage que l'on fait et qui, jusqu'à une profondeur de 841 palmes (220 mètres) au-dessous du sol, a traversé dix-sept couches différentes et distinctes de terrains volcaniques.

L'état stratifié du terrain volcanique du bassin de Naples fait qu'au milieu de ce terrain se trouvent des nappes d'eau potable. En effet, le grand volume d'eau de la Bolla, qui vient par conduites à Naples et y sert à l'usage domestique, est très bien recueilli dans des canaux creusés dans le terrain volcanique de la plaine dite la Bolla. Sous les roches et les flancs du mont de la Somma, dans le terrain volcanique, on a creusé des conduites où se recueille l'eau qui sert aux usages des Reali Delizie de Portici ; les diverses sources qui existent dans la plaine de Poggio Reale sortent du terrain volcanique ; l'eau qui sert aux usages de la ville de Pouzzoles est recueillie dans des conduits creusés dans ce terrain ; l'eau de la grande fontaine de Torre del Greco sort aussi du milieu de ce terrain. Dans le puits que l'on fore au palais du roi, à Naples, à 529 palmes, 08 (138 mètres) de profondeur au-dessous du sol, dans la grande masse de sable qui existe au-dessous du tuf et repose sur une couche de marne, se trouve une nappe d'eau potable, qui s'élève dans le forage à une hauteur de 24 palmes, 95 (7 mètres) au-dessus du niveau de la mer ; d'où nous concluons avec certitude que la couche de sable, qui a 88 palmes, 83 d'épaisseur ($23^m,31$), est tout imprégnée d'eau douce, douée d'une certaine force d'ascension. Cette eau ne peut provenir que de celle qui est au pied des montagnes calcaires qui ceignent le bassin de Naples, s'est insinuée sous la formation du tuf de la Campanie, et se dirige vers la mer ; on est assuré par là qu'il n'y a ni affaissement ni interruption de couches dans la formation du terrain volcanique, qui du pied des montagnes se prolonge jusqu'à la mer sous le sol de Naples, et, d'accord avec les faits observés au sol, que tous les cratères des volcans se trouvent dans la partie occidentale de l'aire du bassin de Naples, dans la partie des Campi Flegrei et de Rocca-

monfina. Or, si la formation volcanique des bords des montagnes à la mer n'a ni interruption ni affaissement de couches, la formation inférieure des marnes et des argiles subapennines doit en avoir beaucoup moins.

Les eaux provenant de la pluie, de la condensation des vapeurs et de la fusion de la neige qui tombe sur la chaîne des montagnes vastes et élevées qui entoure le bassin de Naples, doivent en grande partie s'insinuer dans les couches des sables intercalés dans les marnes argileuses où elles ne peuvent s'absorber ni s'infiltrer dans les terrains inférieurs; de même, une portion de ces eaux doit rester emprisonnée entre le calcaire compacte et l'argile bleue qui lui est superposée, et forme pour ainsi dire la première digue au bord des montagnes calcaires, et alors ces eaux sont contraintes de courir le long de la surface de ces stratifications remarquablement inclinées vers la mer.

De l'ensemble de tout ce que nous venons de rapporter, nous sommes toujours plus persuadé qu'en traversant dans le bassin de Naples la formation volcanique, et en poussant le forage sur l'argile bleue, entre la surface de séparation de cette argile et de la couche supérieure de marne, il doit exister une certaine quantité d'eau, et qu'il s'en doit rencontrer en abondance plus grande dans l'argile bleue, ordinairement entremêlée de couches de sable; mais le plus grand volume d'eau doit se trouver à la ligne de séparation du calcaire compacte et de l'argile bleue, et doit provenir d'une infiltration dans les couches à découvert sur les côtes de nos Apennins. Par la forme hydrostatique dans laquelle elle doit se trouver, cette eau doit pouvoir avoir la force de jaillir, à l'aide d'un forage, à une grande hauteur au-dessus du sol. Nous ne croyons pas qu'il en soit de même dans la partie occidentale ou sous les cratères produits par le terrain volcanique qui remplit complétement le bassin, car il se peut que dans ces localités, bien que nous croyions la majeure partie des cratères volcaniques produits par soulèvement, il existe un affaissement ou interruption de couches, et nous pensons qu'on peut avoir de l'eau jaillissant du sol, seulement en forant au pied des montagnes calcaires au delà des cratères volcaniques.

Dans tout le royaume, la partie qui semble la plus propice à ces recherches est celle entièrement privée d'eau, la Pouille.

En effet, l'immense plaine de la Capitanata, connue sous le nom du Damier (il Tavoliere), forme un immense bassin entouré de montagnes élevées, qui, à partir de l'embouchure du fleuve Fortore, dans l'Adriatique, à Ripolta, s'étendent par Castel Nuovo,

Volturara, monte Acuto, Deleceto, Candela et la côte septentrionale du Vulture, et se prolongeant par Lavello et Minorsino, s'abaissent vers la mer près de Barletta, dans le voisinage de l'embouchure du fleuve Ofanto; la partie opposée est en partie entourée par le mont Gargano; le reste du bassin est baigné par la mer Adriatique.

La formation générale de ces hautes montagnes qui entourent e Tavoliere est de terrain crétacé, y compris la partie du mont Gargano qui y correspond, car la partie supérieure et centrale de la même montagne se compose de terrain jurassique. La stratification de cette montagne, en général, est variée et irrégulière; mais on observe une inclinaison constante vers le centre du Tavoliere.

Le fond de cet immense bassin, dit Tavoliere, doit être le prolongement desdites montagnes de terrain crétacé, ou la partie restée presque horizontale, lorsque cette immense plaine se souleva sur son périmètre pour former la chaîne de montagnes qui l'entoure, ce qui indique que le fond du Tavoliere doit aussi être formé de terrain crétacé. Sur ce fond du Tavoliere a dû être, par la suite et à différentes époques, déposé ou transporté le terrain tertiaire qui recouvre la surface et se relève sur les flancs des montagnes de craie, et y constitue des collines élevées.

Comme le terrain tertiaire du Tavoliere, presque de niveau dans la plaine, s'élève à son périmètre à une grande hauteur sur les flancs des montagnes élevées du terrain crétacé, et comme les couches de ce terrain tertiaire se composent de calcaire friable, de pierre meulière, de terrain arénacé et de marnes plus ou moins argileuses, entremêlés de sables perméables, couches qui, par l'effet du soulèvement, doivent rester disjointes les unes des autres dans les parties supérieures, et fendues en divers sens, mais en général inclinées vers le centre du bassin; par cette formation et cette conformation du terrain tertiaire, les eaux de pluie, de fonte de neige et la rosée doivent s'infiltrer dans les couches perméables à découvert sur les flancs et les sommités des collines; parcourir d'abord les parties très inclinées, en vertu du poids du liquide, et y creuser des canaux tendant toujours à se réunir aux plus anciens, qui doivent être les plus profonds, et ensuite parcourir les branches horizontales, à cause de la pression exercée par les eaux que les portions relevées des couches n'ont pas encore laissé s'écouler. D'après cela, dans le sein d'une telle formation, il doit arriver ce que l'on observe à la superficie, savoir, que les petits cours d'eau viennent toujours se jeter dans ceux qui sont plus

considérables; et peut-être ces eaux, avec l'action des siècles, ont-elles pu devenir des fleuves souterrains à la base du terrain tertiaire du Tavoliere.

Pour ce qui regarde la formation crétacée, la superficie, pour ainsi dire, du circuit et du sommet des montagnes qui entourent le Tavoliere par l'effet du soulèvement, se trouve à découvert et brisé en tout sens de millions de fissures; alors, comme nous l'avons démontré pour la formation tertiaire, les eaux doivent traverser avec facilité les couches de la formation crétacée, et circuler à travers sa masse jusqu'aux dernières couches inférieures, où elles doivent rester enfermées à cause de leur imperméabilité.

Comme nous l'avons noté, la formation tertiaire, ainsi que la formation crétacée, qui constitue, sous forme de bassin, la vaste plaine du Tavoliere, sont propres, par leur nature et leur conformation, à contenir dans leurs stratifications, et principalement dans celles inférieures, des masses d'eau comprimée. En traversant alors, dans la vaste plaine du Tavoliere, la formation tertiaire, et en poussant le forage à la surface de séparation de deux couches distinctes de marne argileuse qui sont imperméables, on doit rencontrer, dans la couche sableuse intermédiaire, des masses d'eau devant être en communication avec des lieux élevés d'où elles doivent provenir, et ces eaux, par la forme hydrostatique dans laquelle elles se trouvent, doivent avoir la force de jaillir au-dessus du sol à l'aide de forage.

La grande masse d'eau, parfaitement potable, doit sans aucun doute se trouver à la partie inférieure de la formation crétacée qui forme le fond de l'immense bassin du Tavoliere. Cette eau doit se trouver dans les sables communément verts qui sont entre les couches calcaires et argileuses dont se compose la partie inférieure de cette formation, et, comme l'eau doit tirer son origine des lieux très élevés et se trouver comprimée entre deux couches de terrain imperméable, elle doit par suite avoir une grande force d'ascension, et jaillir, par le moyen de forages, à une grande hauteur au-dessus du sol.

Du reste, un premier forage, exécuté à travers la formation entière du Tavoliere, fera connaître dans quel terrain et dans quelle stratification il existe de l'eau parfaitement potable qui ait la plus grande force d'ascension au-dessus du sol; mais il faut alors se déterminer à arriver à la base de la formation crétacée, qui ne doit pas être à une grande profondeur au-dessous du sol.

Pour ce qui regarde la Pouille-Pétrée, elle se compose d'une longue chaîne continue de monticules, les Murgie, qui, au milieu

de la plaine de Capitanate ou du Tavoliere, sont isolées du mont Gargano, et, s'éloignant du rivage de l'Adriatique en s'élevant de plus en plus, viennent s'attacher aux Apennins dont ils diffèrent par la nature des roches; car les Murgie se composent entièrement de terrain crétacé. Dans cette vaste étendue de pays, les couches de la formation crétacée se montrent à nu et sont seulement couvertes, de distance en distance, d'un peu de terre végétale ou d'une espèce de tuf calcaire coquillier, comme on l'observe à Andria, Molfetta, Giovinazzo, Bari, et, par interruptions jusqu'à Lecce et Otrante.

La formation crétacée de toute cette vaste étendue de pays, du bord de la chaîne de montagnes élevées de la Basilicate qui l'entoure en s'abaissant en divers sens, et s'étendant le long du rivage de la mer sous laquelle elle se prolonge et forme un immense bassin.

D'après la formation et la conformation de cette plaine qui forme la Pouille-Pétrée et les raisons exposées plus haut sur la plaine du Tavoliere, il semble indubitable qu'au fond de la formation crétacée de la Pouille-Pétrée doit exister aussi un immense dépôt d'eau, capable de jaillir au-dessus du sol à l'aide de forages; mais, pour la trouver, il faut arriver à la base de la formation crétacée, qui doit être à une profondeur suffisante au-dessous du sol, et ne pas se flatter de trouver de l'eau à moins de 700 à 800 palmes de profondeur (184 à 210 mètres).

L'autre partie de notre royaume, propre à des puits forés, semble devoir être la vaste plaine de Calabre, dite le Marchesato. Cette vaste plaine a une surface qui, en s'abaissant en sens divers, s'étend du bord de la chaîne de montagnes de la Sile à la mer, vers le golfe de Tarente, sous lequel elle plonge, et cette surface se compose de terrain tertiaire. Comme les montagnes de la Sile, par ce qu'on en connaît, sont de terrain plutonique ou primitif comme est toute la partie du versant vers la mer de Sicile, il semble que ce terrain plutonique doit former aussi la base sur laquelle repose le terrain tertiaire du Marchesato; mais il se peut aussi que le terrain plutonique soit sorti à travers la formation secondaire que l'on n'observe pas à la surface, parce qu'elle peut rester adossée aux montagnes de terrain primitif et couverte par le terrain tertiaire.

Le terrain tertiaire de cette vaste plaine s'élevant sur les bords des montagnes plutoniques, les couches, à la partie supérieure, doivent se trouver détachées les unes des autres et fendues en divers sens, et alors toute l'eau produite par la pluie, la fusion de la

neige et la condensation des vapeurs, doit en grande partie s'infiltrer dans les couches imperméables situées dans ce terrain; et, comme les couches inférieures du terrain tertiaire sont argileuses et par suite imperméables, l'eau qui s'y infiltre doit rester fortement emprisonnée entre de telles couches, et, en se répandant dans le plan presque horizontal, rester en communication non interrompue avec les lieux élevés d'où elle tire son origine. En forant donc des puits dans ladite plaine du Marchesato, et en traversant jusqu'à sa base la formation tertiaire, on doit obtenir un heureux succès. Mais, si sous ce terrain tertiaire existe le terrain secondaire et précisément, comme nous le croyons, la formation crétacée, il faut alors forer jusqu'à la partie inférieure de cette formation pour trouver l'eau qui, infiltrée depuis une époque géologique éloignée, doit avoir constitué un immense dépôt, et, par la forme hydrostatique où elle doit se trouver, avoir une grande force d'ascension, et jaillir par le moyen de forages à une grande hauteur au-dessus du sol; si ce terrain secondaire manque, cette grande masse d'eau doit alors se trouver à la ligne de séparation des terrains tertiaires et plutoniques. Il est facile aussi de trouver dans les stratifications intermédiaires de la formation tertiaire de l'eau apte à jaillir au-dessus du sol à l'aide de forage, mais devant avoir beaucoup moins de force que celle dont nous venons de parler plus haut.

Du reste, répétons-le aussi, un premier forage, exécuté pour la reconnaissance de la formation entière du Marchesato, fera connaître dans quel terrain de stratification existe de l'eau potable ayant la plus grande force de jaillissement au-dessus du sol; mais il faut alors se déterminer à traverser en entier le terrain tertiaire, et à arriver sur le terrain plutonique s'il lui est immédiatement inférieur; comme, si sous le terrain tertiaire est le terrain crétacé, il faut traverser aussi ce terrain jusqu'à ces couches inférieures pour rencontrer la grande masse d'eau, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

Pour le reste du royaume, il est facile de trouver de l'eau jaillissant au-dessus du sol, en forant, soit au pied des chaînes de montagnes, soit dans les vallées et plaines entourées de montagnes, pour que les couches forées soient relevées sur les flancs des montagnes et se composent de terrain crétacé ou tertiaire. On peut alors forer avec succès dans les localités de formation crétacée et tertiaire qui entourent la formation primitive de la province de la Calabre première ultérieure. On peut aussi forer, avec heureux résultat, le terrain tertiaire situé au milieu du terrain primitif et

formant l'isthme qui existe entre le golfe de Sainte-Euphémie et celui de Squillace. On peut également forer sous le terrain tertiaire qui se trouve entre la formation primitive et celle jurassique de la province de la Calabre citérieure. On peut encore forer, avec probabilité d'heureuse issue, dans les localités de la Basilicate, la plaine de Salerne, celle de Pescara et d'autres localités, des trois Abruzzes, dans la terre d'Otrante et le comté de Molise.

Les terrains tertiaire et secondaire de notre royaume, par leur composition minéralogique et leur conformation, étant semblables aux terrains tertiaires et secondaires de toute l'Europe, à travers lesquels on a fait tant de centaines de forages qui ont fourni de l'eau jaillissant au-dessus du sol, nous avons l'assurance que, dans les terrains stratifiés de notre royaume, il doit y avoir aussi des couches d'eau qui doivent, par le moyen de forages, venir jaillir au-dessus du sol, car il n'est pas probable que que la nature ait changé dans notre pays.

Il faut donc entreprendre les forages à travers nos terrains stratifiés, pourvu qu'ils soient exécutés comme nous l'avons dit ci-dessus.

Séance du 5 *janvier* 1852.

PRÉSIDENCE DE M. CONSTANT PRÉVOST.

M. Ch. Deville, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Dorlhac (Justin), ingénieur des houillères de la Haute-Loire, à Grosménil (Haute-Loire), par Clermont-Ferrand, présenté par MM. Ed. Collomb et Ch. Deville.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Daubrée, *Recherches sur la présence de l'arsenic et de l'antimoine dans les combustibles minéraux, dans diverses roches et dans l'eau de la mer* (extr. des *Ann.*

des mines, 4e sér., t. XIX); in-8, 16 p. Strasbourg, 1851.

— *Expériences sur la production artificielle de l'apatite, de la topaze et de quelques autres minéraux fluorifères* (extr. des *Ann. des mines*, 4e sér., t. XIX); in-8, 20 p.

De la part de M. John Morris, *On the occurence*, etc. (Sur la rencontre de débris de mammifères à Brentford) (extr. des *Proceed. of the geol. Soc. of Lond.*, 1849), p. 201 à 204; in-8.

— *Note*, etc. (Note sur le genre *Siphonotreta*, avec une description d'une nouvelle espèce) (extr. du *Report of the British Assoc. for the advancem. of science*, 1849); in-8, 2 p.

— *A tabular view*, etc. (Tableau des dépôts fossilifères principaux des Iles Britanniques); in-4, 19 p. Londres, 1850, chez Longman et Compe.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1851, 2e sem., t. XXXIII, nos 24 à 26.

L'Institut, 1851, nos 937 à 939.

The Athenæum, année 1851, nos 1260 et 1261; année 1852, no 1262.

Årsberättelse, etc. (Rapport annuel sur les progrès de la technologie, présenté à l'Acad. roy. des sc. de Stockholm, le 31 mars 1845), par M. G. E. Pasch; in-8, 55 p. Stockholm, 1851, chez Norstedt et fils.

— *Årsberättelser*, etc. (Rapports annuels sur les travaux et découvertes relatifs à la botanique, pendant les années 1845 à 1848, présentés à l'Acad. des sc. de Stockholm, les 31 mars 1846, 1847, 1848 et 1849), par Wikström, vol. Ier; in-8, xxx et 631 p. Stockholm, 1850.

— *Årsberättelse*, etc. (Rapport annuel sur l'histoire naturelle des Insectes, des Myriapodes et des Arachnides pendant les années 1847 et 1848), par M. C. H. Boheman; in-8, x et 333 p. Stockholm, 1851.

— *Berättelse*, etc. (Rapport sur les progrès de la physique pendant l'année 1849, présenté à l'Acad. des sc. de Stockholm), par M. E. Edlund; in-8, 179 p. Stockholm, 1851.

— *Handlingar*, etc. (Mémoires de l'Académie royale des sciences de Stockholm pour l'année 1849). Stockholm, 1851; in-8.

— *Ofversigt*, etc. (Comptes rendus des travaux de l'Académie royale des sciences de Stockholm), 7e année, 1850; in-8.

— *Tal*, etc. (Discours prononcé à l'Académie des sciences de Stockholm), le 17 avril 1850, par M. Aug. de Hartmansdorff; in-8, 28 p. Stockholm, 1851.

— *Landtbruket*, etc. (L'agriculturé passée et présente. — Discours prononcé à l'Académie des sciences de Stockholm, le 9 avril 1851, par M. J. Th. Nathhorst); in-8, 29 p. Stockholm, 1851.

M. le Trésorier présente l'état de la caisse au 31 décembre 1851.

Il y avait en caisse au 31 décembre 1850. .	1,759 fr.	65 c.
La recette, depuis le 1er janvier jusqu'au 31 décembre 1851, a été de.	19,291	85
Total. . .	21,051	50
La dépense, depuis le 1er janvier jusqu'au 31 décembre 1851, a été de.	18,118	65
Il reste en caisse au 31 décembre 1851. . .	2,932 fr.	95 c.

Les nominations des diverses commissions, pour l'année 1852, faites par le Conseil, dans sa séance du 19 décembre dernier, sont successivement adoptées par la Société.

Ces Commissions sont composées de la manière suivante :

1° *Commission de comptabilité*, chargée de vérifier la gestion du Trésorier : MM. Viquesnel, Damour, Hébert.

2° *Commission des archives*, chargée de vérifier la gestion de l'Archiviste : MM. Graves, Clément-Mullet, Hugard.

3° *Commission du Bulletin* : MM. Viquesnel, Deshayes, Deville.

4° *Commission des Mémoires* : MM. d'Archiac, de Verneuil, Damour.

On procède ensuite à l'élection du Président pour l'année 1852.

M. d'Omalius d'Halloy, ayant obtenu 66 suffrages sur 107, est élu Président pour l'année 1852.

La Société nomme ensuite successivement :

Vice-Présidents : MM. Ed. DE VERNEUIL, VIQUESNEL, Ch. SAINTE-CLAIRE DEVILLE, DELAFOSSE.

Secrétaire pour la France : M. DELESSE.

Secrétaire pour l'Étranger : M. HUGARD.

Trésorier : M. ANGELOT.

Vice-Secrétaires : MM. Alb. GAUDRY, DESCLOIZEAUX.

Membres du Conseil : MM. Constant PRÉVOST, Ed. HÉBERT, Éd. DE BRIMONT, GRAVES, Jules HAIME.

Il résulte de ces nominations que le Bureau et le Conseil se trouvent composés de la manière suivante pour l'année 1852 :

Président.

M. D'OMALIUS D'HALLOY.

—

Vice-Présidents.

M. DE VERNEUIL,
M. VIQUESNEL,
M. Ch. SAINTE-CLAIRE DEVILLE,
M. DELAFOSSE.

—

Secrétaires.

M. DELESSE,
M. HUGARD.

Vice-Secrétaires.

M. Alb. GAUDRY,
M. DESCLOIZEAUX.

—

Trésorier.

M. ANGELOT.

Archiviste.

M. BOURJOT.

—

Membres du Conseil.

M. D'ARCHIAC,
M. D'ORBIGNY (Alcide),
M. D'ORBIGNY (Charles),
M. DAMOUR,
M. ÉLIE DE BEAUMONT,
M. DESHAYES,
M. BAYLE.
M. Constant PRÉVOST,
M. Ed. HÉBERT,
M. Éd. DE BRIMONT,
M. GRAVES,
M. Jules HAIME.

Séance du 12 janvier 1852.

PRÉSIDENCE DE M. D'OMALIUS D'HALLOY.

M. Delesse, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le président proclame membres de la Société :

MM.

MAILLARD, professeur au petit séminaire de Saint-Lucien-lès-Beauvais, vice-président de la Société académique de l'Oise, présenté par MM. Héricart de Thury et Élie de Beaumont;

Charles MAYER, de Saint-Gall (Suisse), rue Pascal, 53, à Paris, présenté par MM. Escher de la Linth et Élie de Beaumont;

Le docteur MAISSIAT, agrégé à la Faculté de médecine, à Paris, présenté par MM. Constant Prévost et Michelin.

Le président annonce une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des Savants*, décembre 1851.

De la part de M. A. Erdmann, *Dannemora*, etc. (Recherches géologiques et minéralogiques sur les mines de fer de Dannemora) (extr. des *Mém. de l'Acad. roy. des sc. de Stockholm*, 1850); in-8, 138 p., 16 pl. Stockholm, 1851, chez Norstedt et fils.

De la part de M. de Koninck, *Description des animaux fossiles qui se trouvent dans le terrain carbonifère de Belgique.* — Supplément; in-4, p. 651 à 716, pl. VI à X. Liége, 1851, chez H. Dessain.

De la part de M. Maudnyt, *Ichthyologie de la Vienne;* 2e partie; in-8, p. 61 à 75. Poitiers, 1851, chez Henri Oudin.

— *Du loup et de ses races ou variétés*; in-8, 12 p., 1 pl. Poitiers, 1851, chez Henri Oudin.

De la part de M. S. Kutorga, *Berichte*, etc. (Compte rendu des progrès de la minéralogie, de la géognosie, de la paléontologie et de la chimie minéralogique, en Russie, pendant les années 1846—1850) (extr. des *Mém. de la Soc. minéralog. de Saint-Pétersbourg*, année 1850—51); in-8, 52 p. Saint-Pétersbourg, 1851.

— *Geognostische*, etc. (Observations géognostiques dans la Finlande méridionale) (extr. des *Mém. de la Soc. minéralog. de Saint-Pétersbourg*, année 1850—51); in-4, 136 p. Saint-Pétersbourg, 1851, chez Carl Kray.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée; n° 38, 4e année, oct. 1851.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1852, 1er sem., t. XXXIV, n° 1.

L'Institut, 1852, n° 940.

Acta Academiæ C. L. C. naturæ curiosorum, vol. XXIII, part. 1. Breslau et Bonn, 1851.

The American journal of science and arts, by Silliman, 2e sér., vol. XII, nos 35 et 36, sept. et nov. 1851.

The Athenæum, 1852, n° 1265.

Mémoires de la Société minéralogique de Russie à Saint-Pétersbourg, années 1850 et 1851, 1 vol. in-4.

M. Lory présente les observations suivantes sur les *coupes géologiques des Hautes-Alpes*, publiées par M. Rozet, dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XXXIII, 1er décembre 1851.

En indiquant la série des terrains qui composent les montagnes du massif de Chailliol ou celles qui sont situées entre le Drac et la Durance, M. Rozet termine cette énumération par les couches noirâtres qui contiennent les Nummulites et les fossiles du calcaire grossier de Paris; au-dessus de ces dépôts, « généralement peu épais », il ne place aucune autre assise, et il les représente comme distribués par lambeaux sur la surface du terrain jurassique.

Or, on sait que dans les Hautes-Alpes, comme dans les autres contrées où se rencontre le terrain nummulitique, l'horizon des Nummulites est à la base de ce terrain et que la partie supérieure est généralement formée de grès et de schistes, de structure va-

riable, dépourvus de fossiles ou ne contenant que des empreintes végétales indéterminables. Ces grès supérieurs du terrain nummulitique ont une puissance considérable de plusieurs centaines de mètres; on les voit très bien, par exemple, dans la vallée du Drac, près du confluent des deux branches d'Orcières et de Champoléon, où ils recouvrent les couches à Nummulites. Ils constituent un des terrains les plus développés de cette partie des Alpes, celui qui imprime aux montagnes leur physionomie caractéristique.

M. Rozet ne fait pas mention de cet étage qui forme la masse la plus importante du terrain nummulitique. Mais d'autre part il signale « une masse de grès parfaitement stratifiée, dont la puis- » sance dépasse 800 mètres dans les escarpements du massif de » Chailliol, dans les montagnes au N. d'Embrun, etc. », et qu'il place dans le terrain jurassique, entre le lias et le calcaire oxfordien. Je ne saurais discuter la position géologique de ces grès dans la vallée de la Durance, que je n'ai pas explorée; mais je serais porté à croire que, dans les massifs de Chailliol, c'est aux grès du terrain nummulitique que se rapporte la description de M. Rozet, et qu'ainsi il aurait placé dans le terrain jurassique une grande partie du terrain éocène de ces montagnes. Si quelque confusion semblable s'était aussi glissée dans les conclusions de M. Rozet, relativement aux montagnes comprises entre le Drac et la Durance, entre la Durance et l'Ubaye, on conçoit que cela pourrait affaiblir beaucoup l'importance de l'erreur qu'il pense avoir été commise dans ces contrées par les auteurs de la *Carte géologique de la France*.

En l'absence de M. Rozet, MM. Deshayes et Constant Prévost font observer que les montagnes de Chailliol-le-Viel et de Faudon, étudiées par M. Rozet, sont extrêmement bouleversées, et qu'on ne peut pas y observer les superpositions d'une manière nette, mais que les fossiles recueillis par M. Rozet dans le calcaire compacte gris, supérieur au grès, sont certainement jurassiques.

M. Lory ajoute qu'il existe du grès jurassique avec anthracite dans le Briançonnais, mais qu'il ne le connaît pas aux environs de Saint-Bonnet.

M. Constant Prévost fait remarquer que M. Rozet a distingué deux grès non séparés, avant lui, et qui sont faciles à confondre minéralogiquement; l'un de ces grès appartient au terrain

jurassique, et l'autre, au contraire, au terrain nummulitique.

M. Lory dit que cependant les grès du terrain nummulitique sont peu colorés et légèrement mouchetés; aussi M. Gueymard les a-t-il appelés *grès mouchetés*. -- Les grès du terrain jurassique, au contraire, ne sont pas mouchetés, et, de plus, on y trouve des empreintes de fougères identiques avec celles du terrain houiller.

M. Delanoüe fait la communication suivante relativement à la publication de M. Ebelmen, insérée dans les *Comptes rendus de l'Académie*, t. XXXIII, p. 678—681.

Observations sur un Mémoire de M. Ebelmen, intitulé : *Altérations des roches stratifiées par les agents atmosphériques*, par M. J. Delanoüe.

M. Ebelmen a lu le 22 décembre dernier, à l'Académie des sciences, un mémoire sur l'altération des roches par les agents atmosphériques. Ce travail (dont nous n'avons lu qu'un extrait dans les *Comptes rendus*) rend parfaitement compte des conditions dans lesquelles se trouvent différentes roches solubles (gypses, calcaires, etc.); il explique heureusement la forme lenticulaire des amas gypseux dans les lambeaux du terrain tertiaire des environs de Paris. L'observation, je pense, confirmera et généralisera les idées émises à ce sujet.

On avait observé, comme M. Ebelmen, les phénomènes d'altération des calcaires bleuâtres qui se décolorent, de la circonférence au centre, par l'action réunie de l'air et de l'eau. On savait même que ce fait n'était pas, comme le dit M. Ebelmen, particulier aux calcaires jurassiques, car il est *commun à presque toutes les roches sédimentaires, qu'elles soient calcaires ou non, pourvu qu'elles soient poreuses*, la rapidité de leur altération étant proportionnelle à leur perméabilité. Mais ce qu'on n'avait pas cherché, la cause de cette altération, M. Ebelmen nous dit aujourd'hui l'avoir trouvée dans la décomposition de la pyrite.

Je professe une estime toute particulière pour les travaux de M. Ebelmen, car il est du petit nombre des savants qui ont apporté à la géologie le flambeau, jusqu'ici trop dédaigné, de l'étude chimique des roches et de leurs modifications; mais c'est précisément pour cela que je ne voudrais pas laisser accréditer, sous l'autorité d'un savant aussi distingué, une théorie qui me paraît

erronée ; car c'est toute une théorie, se rattachant à nos conditions d'existence, à l'atmosphère. On jugera de son importance par la citation suivante du passage principal ; car si nous sommes obligé aujourd'hui de juger ici M. Ebelmen sans l'avoir vu, que ce ne soit pas du moins sans l'avoir entendu.

« Le terrain jurassique présente, comme on sait, une très grande » épaisseur de couches calcaires qui présentent ordinairement une » coloration bleue, partielle ou totale. Quand la coloration n'est » que partielle on reconnaît que les parties bleues forment des » amandes dont la surface est toujours éloignée des plans de stra- » tification ou des fissures par lesquelles les eaux d'infiltration » pénètrent dans les couches. La partie jaunâtre de la roche, qui » en forme toujours l'enveloppe extérieure, paraît avoir été pro- » duite par l'altération de la partie bleue. La couleur bleue aurait » été, dans l'origine, répandue dans toute la masse, et l'on re- » marque, en effet, que les couches les plus éloignées du sol sont » celles où la couleur bleue s'est le mieux conservée. J'ai trouvé » que le calcaire bleu de l'oolite inférieure (*cornbrash*) contenait » environ 2/1000es de bi-sulfure de fer, tandis que le calcaire jau- » nâtre qui forme l'enveloppe n'en renferme pas. La coloration » bleue paraît due à cette petite proportion de bi-sulfure de fer » disséminée dans toute la masse, et qui disparaît lentement sous » l'influence oxydante des eaux d'infiltration.

» Cette formation de la pyrite à l'état bleu présente de l'intérêt » à un tout autre point de vue. J'ai établi en effet, dans un pré- » cédent travail, que la formation de la pyrite de fer était une des » réactions qui restituent à l'atmosphère de l'oxygène emprunté » aux éléments minéraux de la croûte solide du globe. Ce phéno- » mène paraît s'être produit pendant toute la durée de longues » périodes géologiques, avec une continuité qu'on était loin de » soupçonner et qui témoigne de toute son importance. Tout porte » à croire qu'il se continue encore à l'époque actuelle et qu'il » contribue à maintenir dans ses limites actuelles la composition » de l'air atmosphérique. » (*Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, t. XXVIII, p. 681.)

Ainsi donc, suivant M. Ebelmen, « c'est le sulfure de fer à » l'état bleu qui est venu colorer les calcaires pendant de longues » périodes géologiques et avec une continuité qu'on était loin de » soupçonner. »

Je me garderai bien d'élever le moindre doute sur les analyses de M. Ebelmen. Il a trouvé que le calcaire bleu de l'oolite inférieure (*cornbrash*) contenait 2/1000es de bi-sulfure de fer, et j'en

suis parfaitement convaincu, puisqu'il le dit; mais j'attendrai qu'il nous dise aussi avoir retrouvé ce même bi-sulfure dans toutes les roches sédimentaires bleuâtres, pour être convaincu que cette règle est générale. D'ici là je continuerai de croire que la coloration bleuâtre est due à une matière organique bitumineuse, à une espèce de laque entraînée par la précipitation des calcaires, des argiles, des grès et des minerais; car les mers antiques étaient un immense estuaire où pourrissaient pêle-mêle des débris organiques de toute nature. La vase bleuâtre de nos étangs actuels nous offre un exemple de ce phénomène et sans l'intervention du sulfure.

Mais, dira-t-on, ce n'est pas la décomposition d'une matière organique qui peut donner à la plupart des calcaires bleus cette teinte ocreuse qu'ils finissent par revêtir. Cela est évident; aussi me suis-je assuré, par l'analyse, que tous les calcaires bleus qui devenaient jaunâtres contenaient des carbonates ferreux, quelquefois manganeux et même cobaltenx (Dordogne), que l'altération atmosphérique transforme ensuite en dendrites jaunes et noires de sesqui-oxydes.

Je suis, du reste, bien loin de nier la fréquence de la pyrite microscopique dans les roches sédimentaires de tout âge, depuis les schistes alunifères d'Huy jusqu'aux argiles pyriteuses les plus modernes; mais il est à remarquer que, partout où une roche tendre contient un peu de pyrite, il suffit d'une courte exposition à l'air et à la pluie pendant l'été, pour qu'une efflorescence vienne y révéler la naissance du sulfate, et par conséquent la présence du sulfure de fer qui la produit. Jusqu'à preuve nouvelle, je me permettrai donc de douter de la présence de la pyrite dans toutes les autres roches, et dans tous les cas j'affirmerai que la coloration bleuâtre ne peut être attribuée au sulfure ferrique, car elle existe dans une foule innombrable de calcaires, de grès et d'argiles qui ne contiennent pas un atome de pyrite.

M. Lory pense que, quand le calcaire bleu devient jaunâtre par altération, la coloration est due à du bi-sulfure de fer, tandis que, quand il devient gris, cette coloration est due à une matière organique.

M. Ch. Deville fait observer que les opinions de MM. Ebelmen et Delanoüe peuvent se concilier, puisque la formation de la pyrite suppose la présence d'une matière bitumineuse.

M. d'Omalius d'Halloy fait remarquer qu'on n'a pas expliqué

pourquoi ces taches bleues du calcaire qui sont censées provenir d'infiltrations sont ordinairement en amandes.

M. Delanoüe ajoute à sa précédente communication, que la décomposition des pyrites dans les calcaires et dans les marnes de Saint-Jean-de-Côle (Dordogne) donne lieu à des sulfates de chaux et de magnésie qui sont bientôt dissous par les eaux, en sorte que les roches dans lesquelles ils se sont formés s'éboulent ensuite en blocs énormes, qui ont l'apparence de blocs erratiques.

M. Deville ajoute que les roches volcaniques de la Guadeloupe sont attaquées à la manière des roches citées par M. Delanoüe; ainsi, près des bouches de la Soufrière, il y a eu en quelque sorte une analyse de la roche volcanique, et l'on y trouve de la silice mamelonnée, des sulfates d'alumine, de fer et de chaux, ainsi que de l'alun.

M. le secrétaire donne lecture de la lettre suivante de M. Charrel :

Vouziers, le 16 décembre 1851.

A la suite de nouvelles recherches dans la vallée de l'Aisne, je viens de faire la découverte, sur la rive droite de la rivière de ce nom, d'une seconde défense d'Éléphant; cette défense, dont je n'ai pu rapporter que les débris, m'a paru plus grosse encore que celle dont j'ai précédemment entretenu la Société. Elle avait été mise à découvert par les eaux qui coulent dans un pli de terrain, sur le versant S.-O. de la vallée, et gisait à 2 mètres au-dessus du niveau que l'Aisne peut atteindre à l'époque de ses débordements périodiques. En cet endroit le terrain se compose, au fond et comme dans la plus grande partie des environs de Vouziers, de la craie tuffeau, qui pave la vallée. Au-dessus se trouve un gros sable, pur de tous mélanges terreux, composé, dans des proportions à peu près égales, de fragments les plus durs de craie tuffeau et de craie blanche, le tout mélangé de grains verts provenant de la craie chloritée, et renfermant en outre des portions de dents de Squale et d'Hybodon. Ce sable, dont la couche offre une épaisseur d'environ 50 centimètres, est recouvert d'un lit de galets d'une grosseur qui varie entre 8 et 12 centimètres de circonférence. Ces galets bien arrondis ne sont autre chose que de la craie tuffeau elle-même, prise dans ses parties les plus dures, et forment un banc d'un mètre d'élévation, qui est recouvert d'une couche

de sable dont la composition paraît semblable et rappelle exactement celle qui repose au-dessus de la craie tuffeau. C'est au milieu de cette dernière couche de sable qu'était déposée parallèlement au courant de cette époque la défense d'Éléphant. Enfin, le sable est recouvert d'une couche d'argile, parsemée de petites coquilles fluviatiles de très petites dimensions.

La présence des galets de craie tuffeau m'a paru d'autant plus remarquable que ces derniers offrent peu de consistance et se décomposent rapidement à l'air; d'où il faut tirer cette conséquence, qu'ils ont été très peu de temps en contact avec ces deux éléments rapides de destruction pour eux, l'air et le frottement.

Il n'est pas sans intérêt, au surplus, de faire observer que l'Aisne, qui coule à nu sur la craie tuffeau, et cela à peu près partout, ne roule pas de galets de cette espèce, et que les alluvions modernes en sont entièrement dépourvues.

On peut donc affirmer avec toute certitude que les galets de craie tuffeau, dont je viens de signaler l'existence, ont été formés à l'époque où la vallée de l'Aisne venait d'être ouverte. Et en effet elle devait offrir alors ses flancs déchirés à l'action érosive des eaux, qui, retenues d'abord par les cloisons qui pouvaient encore exister çà et là, se rompirent sous la pression des masses liquides annoncées, balayèrent le fond de la vallée et produisirent les galets qui ont été recouverts de sable d'abord, et d'argile ensuite.

On ne remarquera pas sans étonnement qu'un os, moitié fossile, moitié siliceux, appartenant à la charpente du bassin d'un Éléphant mâle, présente la trace des incisions faites par la dent d'un animal vorace. La trace des coups de dents est apparente partout où l'os offrait une prise quelconque; les endroits creux, au contraire, sont entièrement dépourvus de ces incisions.

Cet os, qui avait été entraîné et déposé par les eaux, était isolé et pourrait bien appartenir au corps d'un Éléphant dont on a retrouvé les débris vermoulus, dans un lit de marne blanche, à quelques pas plus loin.

Séance du 19 janvier 1852.

PRÉSIDENCE DE M. D'OMALIUS D'HALLOY.

M. Delesse, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Félix Le Blanc, ancien élève de l'École des mines, répétiteur à l'École polytechnique, à Paris, rue de l'Estrapade, 9, présenté par MM. Élie de Beaumont et Ch. Sainte-Claire Deville.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. A. Leymerie, *Mémoire sur un nouveau type pyrénéen, parallèle à la craie proprement dite* (extr. des *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. IV) ; in-4, 26 p., 3 pl. Paris, 1851, chez Martinet.

De la part de M. Rozet, *Résumé d'une suite d'observations météorologiques faites sur les Pyrénées, pendant les étés de* 1848 *et* 1849, *sur les montagnes de la Provence, pendant l'été de* 1850, *et sur les Alpes françaises, pendant l'été de* 1851 (extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des sc.*, t. XXXIII, 1851) ; in-4, 4 p. Paris, 1851, chez Bachelier.

De la part de M. Luigi Cangiano, *Notizie*, etc. (Notices sur les puits forés, connus sous le nom de puits artésiens, de fontaines artésiennes, ou de fontaines jaillissantes) ; in-4, 40 p. Naples, 1846, chez Alexandre Lebon.

De la part de M. le professeur Domenico Santagata, *Delle metamorfosi*, etc. (Des métamorphoses du calcaire compacte du Bolonais) (*Mém. lu à l'Acad. des sc. de l'Institut de Bologne, le* 25 *mai* 1848) ; in-4, 30 p.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1852, 1er sem., t. XXXIV, n° 2.

L'Institut, 1852, n° 941.

Ferdinandeum, etc. (Vingt-quatrième compte rendu général du comité d'administration du Ferdinandeum, pour les années 1847—1850) ; 1 vol. in-8. Inspruck, 1851.

The Athenæum, 1851, n° 1264.

Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, VIe série, *Sciences naturelles*, t. V, 5e et 6e li-

vraisons; t. VI, 4e livraison, in-4. Saint-Pétersbourg, 1849.

— *Mémoires présentés à l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg par divers savants étrangers*, t. VI, 4e, 5e et 6e livraisons, in-4. Saint-Pétersbourg, 1849 et 1851.

— *Recueil des actes des séances publiques de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, des* 28 *décembre* 1847 *et* 29 *décembre* 1848; Saint-Pétersbourg, 1849; 1 vol. in-4.

Le Trésorier soumet à la Société la décision prise par le Conseil, dans sa séance du 19 décembre dernier, d'opérer la conversion des rentes 5 pour 100 appartenant à la Société en rentes 3 pour 100, lorsque l'arbitrage sera possible entre les deux fonds et sans perte pour la Société.

M. Boubée demande que la conversion soit faite même dans le cas de perte.

La décision du Conseil est adoptée par la Société, et le Trésorier annonce qu'il présentera lui-même au Conseil la proposition nouvelle de M. Boubée.

M. Rozet répond ce qui suit aux observations présentées par M. Lory dans la séance précédente :

Coupes géologiques des Hautes-Alpes, par M. Rozet.

Dans l'avant-dernière séance, j'ai eu l'honneur d'offrir à la Société un extrait des *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXIII, séance du 1er décembre 1851, intitulé : *Coupes géologiques des Hautes-Alpes*. Dans la dernière séance, M. Lory est venu contredire quelques uns des résultats de mes observations consignés dans ce travail; je profite aujourd'hui de la présence de M. Lory pour donner à la Société des explications, qui lui feront comprendre que je n'ai pas commis les erreurs que M. Lory m'attribue, et, de plus, qu'il existe dans les Hautes-Alpes une série de groupes géognostiques continue, et sans discordance de stratification, depuis le lias jusqu'au calcaire grossier parisien inclusivement, terrain éocène.

Tout le fond des vallées, depuis la limite du département des Basses-Alpes au sud, jusqu'au delà du lit du Drac au nord, est occupé par une grande formation calcaréo-marneuse, dans laquelle

les marnes schistoïdes bleuâtres dominent souvent, et qui contient dans beaucoup d'endroits des amas de gypse, accompagnés de spilites. Près de Savines, au pied de la montagne de *Margon*, j'ai trouvé la *Gryphée arquée* dans les strates les plus inférieures de cette formation, et sur d'autres points, et à différents niveaux, des *Ammonites*, des *Bélemnites*, des *Posidonies*, etc., dont les espèces sont les mêmes que celles du lias des autres contrées de la France. Dans la *Carte géologique de la France*, cette formation est teintée en bleu, comme terrain jurassique. Dans cette partie des Alpes, les couches, généralement inclinées de 20 à 30°, plongent vers le N.-E.

Dans le haut de la vallée de la Durance, depuis la hauteur de Savines, et principalement sur le flanc nord de cette vallée, les marnes schistoïdes du lias sont recouvertes, à stratification concordante, par une puissante masse arénacée, composée de grès et de macignos plus ou moins solides, parfaitement stratifiée, et dans laquelle je n'ai encore trouvé d'autres restes organiques que des fragments de tiges de végétaux indéterminables. Sur plusieurs points, au-dessus d'Embrun, les premières strates de la formation arénacée alternent avec les dernières du lias. En montant d'Embrun à la Chapelle-Saint-Guillaume, on marche pendant longtemps, après avoir quitté le lias, sur la formation arénacée qui le recouvre. De la Chapelle-Saint-Guillaume à la Croix du même nom, on voit des strates de calcaire marneux schistoïde alterner avec les roches arénacées, et, en continuant à s'avancer vers le nord, on voit celles-ci s'enfoncer sous d'énormes masses de calcaire compacte grisâtre, parfaitement stratifiées, et dont les strates sont séparées par des couches schistoïdes identiques avec celles qui se trouvent dans le haut du groupe arénacé. La stratification est parfaitement concordante dans ces deux groupes, et dans plusieurs endroits on voit leurs roches alterner au point de contact, principalement en allant d'Embrun au sommet du Montfred et de ce point au village d'Orcière. Ce groupe de calcaire compacte contient des Ammonites, des Trigonies, etc., qui caractérisent l'étage oxfordien. Entre le Drac et la Durance il est surtout caractérisé par une immense quantité d'empreintes, abondantes dans les strates schistoïdes, que M. Murchison a nommées Myrianites (1) et qui me paraissent n'être autre chose que des *traces d'Annélides*. Toutes les crêtes élevées et les grands sommets, le Montfred, les Barles,

(1) Murchison, *Silurian system*, pl. XXVII, fig. 3.

Autane, le Roc-Blanc, Roche-Claire, les deux Puriers, le Diolon, etc., qui dominent les sources du Drac, sont formés par le calcaire à Myrianites, au-dessus duquel, dans les escarpements et sur les flancs des vallées, on voit les grès et les macignos. Sur le versant nord de la vallée du Drac, ceux-ci forment une partie du grand escarpement de la montagne de Chailliol-le-Viel. Si du village de Saint-Michel de Chailliol on monte au sommet de Soleil-Biou, au pied du grand escarpement, on voit les grès recouvrir d'une manière concordante les dernières strates du lias ; il y a même alternance au point de contact : on marche sur les grès en s'élevant à plus de 700 mètres au-dessus du niveau où ils commencent, et alors on les voit immédiatement recouverts, à stratification concordante, par le calcaire oxfordien, dont les strates plongent légèrement vers le N.-E., comme ceux du grès. Ici, la puissance de la masse calcaire ne dépasse pas 200 mètres, et par-dessus, au sommet de Soleil-Biou même, on rencontre des lambeaux très bouleversés, recouvrant le calcaire transgressivement, de roches arénacées, macignos, calcaire grossier, etc., contenant une immense quantité de Cérites : *C. diaboli*, *C. plicatum*, *C. crenulatum*, *C. Bonnelli*, etc. ; la *Melania costellata ;* des Natices : *Natica Matalielis*, *N. intermedia*, etc., et des *Nummulites*. La même chose se voit, un peu plus au nord, à la crête de la Cavasce ; ces deux points atteignent 2540 mètres au-dessus du niveau de la mer : le mauvais temps m'a empêché d'aller directement de ces points au sommet de Chailliol-le-Viel, dont l'altitude est de 3164 mètres.

Quelques jours après, ayant atteint ce sommet par un autre chemin, je le trouvai composé de talcschiste et de gneiss talqueux, de strates très inclinées, traversées par des filons de protogine et de quartz. Du côté sud, à 400 mètres environ au-dessous, c'est-à-dire vers 2800 mètres, à la cabane construite par les ingénieurs des ponts et chaussées, je trouvai trois grosses strates d'un calcaire compacte gris foncé, contenant de grandes Huîtres, tellement adhérentes à la roche, qu'il m'a été impossible d'en détacher une seule. Ces strates recouvrent transgressivement le gneiss et plongent légèrement vers le S.-E. sous des macignos qui ressemblent à ceux inférieurs au calcaire oxfordien. Le mauvais temps qui survint tout à coup m'empêcha d'étudier ces roches ; je croyais alors avoir retrouvé ici le lias, recouvert par les grès et macignos, comme au-dessous du sommet de Soleil-Biou ; mais la lecture du mémoire de M. Lory, dont je parlerai plus bas, m'a montré que je m'étais trompé.

Au sud de la route de Gap à Briançon, par Embrun, les roches arénacées, si développées au nord entre le lias et le calcaire oxfordien, manquent ou se réduisent à quelques minces strates seulement, en sorte que l'on voit souvent ici le calcaire oxfordien reposer immédiatement, et à stratification concordante, sur les marnes du lias, dans la petite chaîne de Charance, à la montagne de l'Euse. Aux environs de la Roche des Arnauds, sur le flanc nord de la vallée du Buech, en montant la vallée de l'Espervier, après avoir vu les calcaires oxfordiens recouvrir le lias à stratification concordante, on voit à leur tour ceux-ci recouverts de la même manière par le terrain néocomien, caractérisé par des fossiles assez nombreux, et qui s'élève ici depuis le hameau de Matachorre jusqu'au sommet du Bure, en Dévoluy, où il atteint 2715 mètres au-dessus de la mer. Ce dernier groupe présente ici trois étages : des marnes bleues alternant avec de minces strates de calcaire marneux ; des strates de calcaire marneux séparées par de minces lits de marnes; enfin une puissante masse de calcaire compacte jaunâtre divisée en grosses strates.

Sur le terrain néocomien des environs de Gap, je n'ai trouvé que des couches irrégulières de mollasse et de cailloux roulés, cimentés soit par la mollasse, soit par un calcaire grossier; il est vrai que je n'ai exploré le terrain néocomien que sur une petite étendue.

Dans un mémoire sur la série des terrains crétacés du département de l'Isère, lu par M. Lory à l'Académie des sciences, le 10 septembre 1851 (1), je vois que ce géologue a reconnu dans les environs de Grenoble toute la série crétacée, commençant au terrain néocomien, qui repose directement et d'une manière concordante, comme aux environs de Gap, sur les calcaires oxfordiens. La partie supérieure de cette série est occupée par des couches calcaires contenant de grandes Huîtres, très semblables à celles qui gisent au pied du sommet de Chailliol-le-Viel, à 2800 mètres d'altitude. M. Lory regarde les couches à grandes Huîtres comme constituant une assise supérieure à la craie blanche avec *Belemnites mucronatus*, *Ananchytes ovata*, etc.

Les couches du calcaire compacte gris foncé avec grandes Huîtres, du sommet de Chailliol, que j'avais d'abord cru appartenir au lias, doivent probablement appartenir à la partie supérieure du terrain crétacé, et les macignos qui les recouvrent, à

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 10 septembre 1851, p. 514.

stratification concordante, au terrain éocène inférieur : ce sont les grès à Nummulites, dont quelques parties contiennent en outre tous les fossiles éocènes cités plus haut.

Je n'ai point encore eu le temps d'étudier tous ces terrains autant qu'ils méritent d'être étudiés, mais devant continuer mes travaux géodésiques dans les Alpes, je les verrai de nouveau, surtout avec les nouvelles données que me fournit actuellement le beau travail de M. Lory, et j'aurai l'honneur de communiquer à la Société les résultats de l'ensemble de mes observations.

De celles que j'ai faites jusqu'à présent, combinées avec celles de M. Lory, il résulte que les groupes géognostiques, dans les départements des Hautes-Alpes et de l'Isère, forment une série continue et sans discordance générale de stratification depuis le lias jusqu'au terrain éocène. Dans cette série, le grand terrain oolitique, divisé en un si grand nombre d'étages dans le Jura, est représenté par deux étages seulement : les grès et les macignos supérieurs au lias, et la puissante assise de calcaire compacte avec Myrianites qui succède à ces grès, entre la Durance et le Drac et même au delà.

Dans la *Carte géologique de la France*, une grande partie de l'espace occupé par ce terrain est coloriée en jaune, comme terrain crétacé supérieur. M. Élie de Beaumont l'avait cependant reconnu sur plusieurs points ; dans son *Mémoire sur un gisement de végétaux fossiles et de graphite situé au col du Chardonet* (*Hautes-Alpes*), il dit (1) : « Je pense en même temps que les couches cal-
» caires, qui forment le couronnement de tout le système, sont le
» prolongement direct de celles qui, au N.-E. et au S.-E. de Gui-
» lestre, offrent à la fois les caractères minéralogiques et les fos-
» siles du calcaire exploité à Grenoble, dans la carrière de la
» porte de France ; calcaire que je regarde comme le prolonge-
» ment direct des couches de la série oolitique qui constituent les
» plus hautes cimes du Jura. Ainsi, le grès qui contient l'anthra-
» cite, le graphite et les empreintes végétales du col du Chardonet,
» serait à la fois superposé au lias et recouvert par des couches
» contemporaines d'une partie de la série oolitique. »

En terminant, j'annoncerai à la Société qu'aux environs de Gap et d'Embrun, j'ai reconnu, sur plusieurs points, des traces évidentes de l'existence d'anciens glaciers, dont je ferai bientôt le sujet d'une nouvelle communication.

---

(1) *Annales des sciences naturelles*, décembre 1828.

Séance du 2 février 1852.

PRÉSIDENCE DE M. D'OMALIUS D'HALLOY.

M. Delesse, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. d'Hombres-Firmas, *Lettres inédites de C. Linné à F. Boissier de Sauvages*, publiées par M. L. A., baron d'Hombres-Firmas ; in-8, XXII et 10 p. Alais, 1851, chez Mme veuve Veyrun.

De la part de M. de la Bèche. *Inaugural discourse*, etc. (Discours d'inauguration, prononcé le 6 nov. 1851, au Musée de géologie pratique, à l'ouverture de l'École des mines et des sciences appliquées aux arts) ; in-8, 24 p. Londres, 1851, chez Georges E. Eyre et Will. Spottiswoode.

De la part de M. le professeur Sedgwick, *Description*, etc. (Description des fossiles paléozoïques de la Grande-Bretagne, qui se trouvent au Musée géologique de l'Université de Cambridge), par M. Frédérick Mac-Coy ; in-4°, 184 p., 11 pl. Londres, 1851, chez John W. Parker et fils.

De la part de M. le professeur E. Sismonda. *Osteographia di un Mastodonte angustidente* (extr. des *Mém. de l'Acad. roy. des sc. de Turin*, série II, t. XII) ; in-4, 63 p., 6 pl. Turin, 1851, imprimerie royale.

De la part de M. le professeur Owen, *On the Megatherium* (extr. des *Philosoph. Transact.*, part. II, 1851), p. 719 à 764, 10 pl. ; in-4. Londres, 1851, chez Richard Taylor.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1852, 1e sem., nos 3 et 4 ; in-4.

L'Institut, 1852, nos 942 et 943 ; in-4.

Bulletin de la Société de géographie, 4e sér., t. II, nos 10-11, octobre-novembre 1851 ; in-8.

Précis analytique des travaux de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Rouen pendant l'année 1850 ; in-8.

Nouveaux mémoires de la Société impériale des naturalistes de Moscou, t. IX. Moscou, 1851; in-4.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, année 1851, n° 2; in-8.

The Athenæum, 1852, nos 1265 et 1266; in-4.

Denkschriften, etc. (Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Vienne, classe des sciences mathématiques et naturelles), IIe vol., 3e livr., avec planches; in-4. Vienne, 1851.

Sitzungsberichte, etc. (Bulletins des séances de l'Académie impériale des sciences de Vienne, classe des sciences mathématiques et naturelles), année 1851, vol. VI, cah. 1 à 5; in-8.

M. le général Albert de la Marmora annonce, dans une lettre adressée à M. le secrétaire, qu'il vient de résigner le commandement militaire de l'île de Sardaigne, ce qui lui permettra de publier prochainement le troisième volume du *Voyage en Sardaigne*, dans lequel il traitera exclusivement de la géologie de l'île de Sardaigne et des analogies qu'elle présente avec l'île de Corse et avec les côtes voisines de la Méditerranée.

Le travail de M. le général de la Marmora, qui est le fruit de trente années de recherches, et qui a été interrompu par les événements politiques de 1848, offrira le plus grand intérêt à la Société géologique.

M. de Lorière fait, de la part de M. Casiano de Prado, la communication suivante :

Note sur les blocs erratiques de la chaîne Cantabrique, par M. Casiano de Prado.

Il y a cinq années j'avais trouvé beaucoup de cailloux roulés de granite dans le lit de quelques unes des rivières qui descendent de la chaîne Cantabrique, soit dans les provinces de Léon, Palencia et Valladolid, soit dans les Asturies. Je croyais alors qu'ils pouvaient provenir de terrains granitiques en place, et pour éclaircir ce point j'ai marché l'année dernière vers les sources de l'Esla en suivant de l'œil la trace de ces cailloux.

L'Esla se divise en deux autres rivières à Riaño, chef-lieu du district judiciaire de première instance du même nom : l'une de ces rivières descend des montagnes où aboutissent les provinces de Léon, Palencia, Santander et des Asturies, et l'autre vient de

Valdeburon et du *Port de Farna*, par où l'on va à *Cobadonga* et à *Rivadesella* dans cette dernière province. La première est celle que j'ai suivie jusqu'au faîte de la chaîne, ayant en face *los Picos de Europa*, dont les eaux descendent toutes à la mer Cantabrique; mais là je n'ai vu que des roches stratifiées, et pas de granite, même parmi les cailloux roulés des torrents.

Alors je suis retourné en arrière jusqu'à Portilla, où s'unit à la première une autre rivière qui vient du côté de l'E., et qu'on dit même être la vraie Esla. J'ai marché vers sa source, qui se trouve tout près de Llánaves, petit village, le plus haut placé peut-être de toute la chaîne Cantabrique. C'est plutôt un torrent, dont le lit, très profond et très étroit, se trouve ouvert dans un conglomérat formé de très gros cailloux de quartzite. Je commençais à croire que ceux de granite, que je voyais toujours au fond du grand ravin, pourraient bien appartenir à ce conglomérat; mais après la recherche la plus minutieuse je ne pus en trouver un seul.

A Llánaves je voyais que les cailloux de granite, poussés par le torrent, étaient de plus en plus gros. Je tournais les yeux de tous côtés; mais je n'observais que des schistes, des calcaires et surtout des conglomérats, dont il y a des masses immenses. De Llánaves j'ai continué de marcher à l'E.; et enfin à trois quarts de lieue de là j'ai trouvé des blocs erratiques de granite dispersés sur le sol et à moitié enfoncés dedans.

J'ai continué de marcher dans la même direction une demi-lieue jusqu'à la ligne qui sépare la province de Léon de celle de Santander, et je me suis trouvé dans un glacier au pied d'une montagne qu'on appelle *de Cunil de Can*, la plus haute de toute la chaîne, ou du moins aussi haute que *los Picos de Europa*. Alors j'ai toujours continué au S.-O., en descendant par la pente de cette montagne vers les sources de la Carrion, que dans le pays on appelle *las Fuentes Carrionas*; à un peu plus d'une heure de marche, me trouvant déjà dans la province de Palencia, j'ai traversé un autre groupe de blocs erratiques de granite plus nombreux et plus volumineux que ceux de Llánaves. Ils sont enfouis aussi en partie dans un sol couvert de végétation; quelques uns ont une forme pyramidale; tous ne sont pas de granite; on y remarque quelques grands blocs de calcaire venant de la montagne de *Cunil de Can*, qui ne sont pas toutefois aussi gros que les précédents; mais comme eux ils ne sont pas roulés. Quelques uns de ceux de granite ont plus de 100 mètres cubes. A une demi-lieue de là passe la Carrion qui, un peu plus bas, reçoit une petite ri-

vière, qu'on appelle *de Pineda*, toute jonchée de cailloux roulés de granite. Elle passe tout près des derniers blocs erratiques, ce qui explique l'origine, ou du moins une des origines des cailloux granitiques que j'avais trouvés dans le lit de la Carrion à la partie inférieure de son cours. Quant à ceux que j'avais vus dans l'Esla, j'ai déjà indiqué l'un des lieux où on les trouve.

Maintenant je dois dire que le guide que j'avais avec moi m'a désigné une autre localité sur le versant opposé de la montagne de *Cunil de Can*, où l'on voyait les mêmes blocs erratiques. Ils se trouvent, me disait-il, dans la *Canaleta de Bobias*, le long de laquelle court un torrent qui va se jeter dans l'Esla sur sa rive gauche, un quart de lieue en aval de *Portilla*; ils sont en aussi grand nombre et aussi volumineux que ceux des sources de la Carrion, et se trouvent, quelques uns du moins, à une assez grande hauteur. Une femme m'a dit de même que cette localité s'appelle aussi *Lichada*, qu'elle est toute couverte de cailloux et de grands blocs de *piedra blanca* (c'est le nom que l'on donne au granite parmi les habitants de ces montagnes, parce qu'il est assez souvent d'une couleur gris blanchâtre), que beaucoup sont sous terre, et que le torrent dans ses crues les emporte à l'Esla. Je n'ai pu examiner moi-même cette localité, parce que c'était le 20 septembre et que j'étais pressé par le temps qui commençait à devenir mauvais.

Je ferai observer à présent que la montagne de *Cunil de Can* a une demi-lieue au N.-O.; le groupe des blocs erratiques de *Llánaves*, celui des sources de la Carrion, une lieue au S.-E.; et celui de la Canaleta de Bobias, une lieue aussi à peu près au S.-O. Ce qui frappe d'abord, c'est cette disposition symétrique en groupes isolés sur les versants d'une montagne où il n'y a pas de granite. C'est d'autant plus remarquable, que ces blocs se trouvent entourés de montagnes assez hautes. Le groupe de *Llánaves* a au N. la montagne de *San Clodio* et à l'E. celle de *Cunil de Can*; le groupe des sources de la Carrion a au S. la montagne de *Curavacas*, très haute et avec beaucoup de neige toute l'année, et à l'O. celle de *Cunil de Can*; le groupe de la Canaleta de Bobias a cette dernière montagne à l'E.

Assurément les blocs erratiques ne sont pas tombés du ciel comme les aérolithes; mais dans quelques localités on pourrait presque le penser, si l'on en croyait la première impression que l'on reçoit. A Portilla et à Llánaves même ce n'est pas sans étonnement que l'on trouve ces roches isolées au milieu d'autres qui évidemment sont en place; car le gisement du granite est très loin

de là. Dans toute la chaîne Cantabrique il n'était connu jusqu'à présent qu'à son bout oriental, près de la France, dans la province de Guipuzcoa, où il forme deux petits îlots. Au point de réunion de la chaîne Cantabrique et de la chaîne Pyrénaïque, je l'ai trouvé dernièrement, formant aussi quelques îlots, à l'autre bout de la chaîne, dans *Molina Seca*, entre *Bembibre* et *Ponferrada* et près de *Villafranca del Vierzo*. Quelques points granitiques se rencontrent également près de *Benavente*, sur la rive de l'Esla, dans la plaine. La même roche se trouve plus loin occupant une grande étendue dans la Galice, surtout dans les provinces de la Coruña, Pontevedra et Orense, dans la partie adjacente à la Galice de celle des Asturies, dans celle de Zamora, dans le Portugal et dans la chaîne *Carpentana*.

Au N., tout près de la chaîne Cantabrique se trouve la mer. Serait-il donc possible que les blocs erratiques des sources de la Carrion et de l'*Esla*, contrairement à ce que l'on a observé jusqu'à présent, vinssent du sud ou de l'ouest? Et si l'on n'admet pas cela, irons-nous chercher cette origine dans les régions polaires? Mais alors il faudrait élargir de beaucoup la sphère d'action du phénomène erratique, ce que beaucoup de géologues n'admettraient pas. Il serait plus raisonnable de croire que la mer comprise entre l'Espagne, la France et l'Angleterre se trouvait dans un temps assez récent occupée par une région où il y avait de hautes montagnes granitiques, et que c'est de ces montagnes que les blocs erratiques de la chaîne Cantabrique ont été transportés. Du moins est-il certain que le cap de Finistère dans la Galice, le cap de Finistère dans la Bretagne et le cap de Finistère dans le Cornwall se trouvent être granitiques. Si l'on n'admet pas cette supposition, alors je ne sais comment expliquer la présence de blocs erratiques à Island et dans d'autres lieux très éloignés de terrains granitiques.

Maintenant pour éclaircir autant que possible ces faits, il faudrait examiner tous les autres groupes de blocs erratiques qui doivent se trouver dans la même chaîne, autant que j'ai pu en juger par les cailloux granitiques que j'ai rencontrés dans la *Pisuerga* et la *Nalon*, qui descendent, l'un dans les provinces de Palencia et de Valladolid, l'autre dans celle des Asturies, et de plus recueillir toutes les variétés de roches qui se présentent dans les différents groupes, et parmi lesquelles je citerai des diorites et d'autres roches vertes que je n'ai vu encore que dans les rivières.

Quant à l'apparition de ces blocs erratiques, je crois qu'elle est

postérieure à l'époque de l'immense diluvium composé des roches de la chaîne, diluvium qui couvre surtout le versant S. et une grande partie de la plaine des provinces de Léon, Zamora, Palencia, Valladolid et Burgos, et dans lequel je n'ai jamais vu de cailloux ou de blocs de granite.

M. Delesse, secrétaire, fait la communication suivante sur la composition et sur le gisement de la pyroméride des Vosges.

Sur la pyroméride des Vosges, par M. Delesse.

La *pyroméride* a été observée sur trois points différents de la chaîne des *Vosges*, au Rauhfels près de Wuenheim, au Hohwald dans le fond de la vallée d'Andlau, près de Saint-Maurice à la base du ballon d'Alsace.

La plus remarquable et la mieux caractérisée de ces *pyromérides* est celle de Wuenheim dont la découverte est due à M. Kœchlin-Schlumberger. Bien qu'elle ait été déjà décrite antérieurement (1), je vais exposer le résultat de quelques observations que j'ai eu l'occasion de faire sur sa composition, sur sa structure et sur son gisement : je la comparerai d'ailleurs aux autres *pyromérides* des *Vosges* ainsi qu'aux *pyromérides* de la *Corse*.

Composition minéralogique. — La pyroméride de Wuenheim ressemble beaucoup à certaines variétés de la pyroméride de Corse, et, de même que dans cette dernière, ses globules sont très bien caractérisés.

Ces globules sont généralement formés de feldspath orthose et de quartz; dans certains cas cependant, ils sont formés par une pâte que l'on peut appeler feldspathique, dans laquelle on ne voit plus aucun minéral.

J'ai analysé ces derniers globules; ils paraissent homogènes, et, même après qu'ils ont été exposés, soit à l'altération atmosphérique, soit à l'action d'un acide, on n'y distingue à la loupe aucune veinule de feldspath ou de quartz.

Ils sont presque sphériques et leur diamètre est un peu inférieur à 1 centimètre.

Leur surface extérieure est légèrement ondulée, et ils se déta-

(1) Fournet, *Bulletin de la Soc. géologique*, 2e série, t. IV, p. 248; et G. Leonhard, *Die quartzführende porphyre*, p. 56.

chent très facilement de la pâte grise, un peu verdâtre, qui les enveloppe : ils sont séparés de cette pâte par une croûte très mince de quartz.

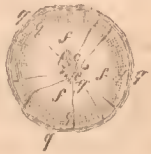
Leur structure rayonnée n'est pas toujours indiquée par différentes nuances, mais sous le marteau ils se brisent suivant des plans passant par les rayons.

Leur couleur est le gris légèrement verdâtre ou bleuâtre; ils ont l'éclat gras et ils sont translucides. Par calcination, leur couleur devient blanche et ils s'opacifient; ils perdent alors 0,84 d'eau. Par l'altération à l'air, ils se recouvrent à leur surface d'une poudre blanche analogue au kaolin.

Au chalumeau, ils se ramollissent et ils se frittent très légèrement sur les bords.

Ils ne diffèrent pas de certains globules de la pyroméride de Corse, ayant même couleur et même structure.

Le croquis ci-dessous représente, sous un grossissement double, un globule qui se trouvait avec ceux qui ont été analysés : il est encore formé par une pâte feldspathique *f*, qui déjà n'est plus entièrement homogène et dans laquelle le quartz *q*, qui se fond encore avec la pâte feldspathique, commence cependant à s'isoler près de la circonférence et vers le centre; de plus, le globule est traversé dans divers sens par des veinules de quartz. — On peut remarquer qu'à son centre il présente de petites cavités *c*, et qu'à sa circonférence il est entouré par une zone de quartz.



J'ai trouvé pour la composition des globules gris et homogènes de Wuenheim :

Silice.	88,09
Alumine.	6,03
Oxyde de fer.	0,58
Chaux.	0,28
Magnésie.	1,65
Potasse et soude (1). . .	2,53
Eau.	0,84
	100,00

(1) La potasse et la soude ont été dosées par différence, mais, par

Ces globules de la pyroméride de Wuenheim sont remarquables par leur énorme teneur en silice et par leur faible teneur en alcalis.

Leur composition chimique ne se rapproche de celle d'aucun minéral connu; ils doivent donc retenir une proportion très notable de la pâte siliceuse dans laquelle ils se sont développés; toutefois le mélange est très intime et les globules analysés paraissaient homogènes.

Lorsqu'on examine les globules de Wuenheim qui ne sont pas homogènes, après qu'ils ont été altérés à l'air ou attaqués par un acide notamment par l'acide fluorhydrique, on trouve que leur structure est très complexe et très variée, mais quoi qu'il en soit, ils sont formés de feldspath orthose et de quartz; c'est ce qui a lieu également pour les globules de la pyroméride de Corse, qui toutefois sont généralement un peu moins riches en quartz.

Quelques globules étoilés de Corse sont d'ailleurs uniquement formés de lamelles de feldspath-orthose, et il en est de même pour certains globules étoilés de Wuenheim; par conséquent il est certain que ces globules simples résultent de la tendance du feldspath à cristalliser, et que la tendance du quartz à cristalliser n'a exercé aucune action sur leur développement.

Si, pour les globules analysés, on admet que le feldspath qui tendait à se former est de l'orthose contenant 64 pour 100 de silice, il est facile de voir que ces globules ont retenu encore 66 pour 100 de silice mélangée au feldspath (1). Cette proportion de silice est très grande relativement à celle du feldspath, et bien que dans les concrétions du grès de Fontainebleau, la proportion du sable qui a été aggloméré en cristaux par la chaux carbonatée soit souvent égale ou même supérieure, au premier abord il semble assez naturel de croire que le quartz, qui est dans la plupart des

---

une attaque spéciale, je me suis assuré de la présence de ces deux alcalis.

(1) MM. Forchhammer et Genth (*Annalen der Chemie und der Pharmacie*, t. LXVI, p. 271) ont signalé dans les roches de l'Islande un feldspath qu'ils ont décrit sous le nom de Baulito et dans lequel les rapports d'oxygène seraient entre eux ÷ 1 : 3 : 24. Ce feldspath serait très riche en silice, car il pourrait en contenir jusqu'à 80 pour 100, mais je n'ai pas cru devoir admettre son existence dans les globules de Wuenheim que j'ai analysés, car on n'observe que de l'orthose dans la roche qui les contient; il faudrait d'ailleurs supposer que ces globules auraient encore retenu 40 pour 100 de silice et par conséquent la difficulté pour expliquer leur développement serait à peu près la même.

globules des pyromérides à l'état hyalin, a pu contribuer au développement des globules par sa propre tendance à cristalliser (1). Quelquefois en effet le quartz pur prend lui-même la structure globuleuse; c'est ce qu'on observe, par exemple, dans certaines calcédoines, dans les agathes dites œillées; c'est ce qu'on observe surtout dans les filons et notamment dans le filon de la Chevrette, près d'Allevard (Isère), dans lequel des globules de quartz rayonnés et zonaires se sont développés au milieu du fer carbonaté. Cependant comme je n'ai pas trouvé dans les pyromérides des globules formés de quartz parfaitement pur, il ne me paraît pas démontré que le quartz lui-même ait dans aucun cas contribué directement au développement des globules (2) : le quartz a toutefois contribué indirectement à leur développement, car l'étude du gisement des pyromérides nous montrera plus loin que ces roches contiennent toujours beaucoup de silice dont le mélange a dû nécessairement gêner la cristallisation du feldspath et l'empêcher d'être normale.

En résumé on voit que, dans les pyromérides, le développement des globules formés de feldspath et de quartz doit être attribué à la tendance du feldspath à cristalliser, et probablement aussi à une action indirecte exercée par la silice mélangée.

Quant aux globules homogènes, tels que ceux de la pyroméride de Wuenheim que j'ai analysés, leur développement doit être également attribué à la tendance du feldspath à cristalliser; car, bien que ces globules paraissent homogènes, il est vraisemblable que leur solidification a eu lieu avant que le feldspath et le quartz aient pu se séparer d'une manière visible.

---

(1) Près de Thoirette (Jura), sur la rectification de la route, entre Orgelet et Nantua, on observe dans l'oolite jurassique des concrétions pouvant atteindre un décimètre, qui sont formées de silice en grains très fins d'apparence oolitique et d'un peu de carbonate de chaux; ces concrétions, qui sont sphériques présentent des zones bien régulières et concentriques de silice, et elles résultent de la tendance de cette substance à s'agglomérer.

Les concrétions de Fontainebleau et de Thoirette, bien que composées toutes deux de carbonate de chaux et de silice, ont donc une origine inverse; car dans les premières, c'est le carbonate de chaux qui tend à cristalliser et c'est la silice qui est mélangée, tandis que, dans les secondes, c'est la silice qui tend à cristalliser et c'est le carbonate de chaux qui est mélangé.

(2) Fournet, *Bulletin de la Soc. géologique*, 2e série, t. IV, p. 247.

On conçoit du reste que les globules de la pyroméride puissent aussi être entièrement homogènes; leur développement devrait alors être attribué à la cristallisation d'une pâte feldspathique ne constituant pas un minéral défini, mais semblable à celle qui forme les globules des perlites, des rétinites ou des obsidiennes.

Gisement. — Les pyromérides de la *Corse* et des *Vosges* ont la plus grande analogie, non seulement par leur structure et par leur composition minéralogique, mais encore par leur *Gisement*.

En effet, occupons-nous d'abord du *gisement* de la pyroméride de *Corse*.

Corse. — Cette pyroméride, qui est très développée, s'observe dans différentes parties de la chaîne du Niolo, dans le pays d'Ozani et de Girolata, au Monte-Pertusato, à Curzo, à Elbo, à Bocca-Vignola, à Bocca-Galeria, etc. Au Fornaci ses globules atteignent jusqu'à $0^m,40$ (1).

On regarde cette pyroméride de *Corse* comme une variété globuleuse du porphyre quartzifère; car on a constaté qu'elle forme des espèces de filons qui résistent bien à la décomposition atmosphérique et qui s'élèvent comme des murailles au milieu de ce porphyre. Elle diffère surtout du porphyre quartzifère ordinaire, en ce qu'elle est beaucoup plus riche en quartz, et en ce qu'elle contient des substances de filons. On y trouve, en effet, des cristaux de quartz qui tapissent des druses identiques à celles des filons, et qui, de plus, sont associés avec du fer oligiste et quelquefois même avec un peu de baryte sulfatée : ces deux derniers minéraux sont venus les derniers et occupent le centre des druses de quartz.

Le fer oligiste a d'ailleurs pénétré toutes les variétés de la roche, il y en a notamment dans les échantillons à globules rouges qui ressemblent le plus à ceux du Wuenheim.

Le fer oligiste a même pénétré à l'intérieur des globules, et j'ai observé des globules dans lesquels le fer oligiste forme une zone très nette qui est concentrique aux autres zones feldspathiques; ce fer oligiste est tantôt à la circonférence du globule et tantôt à son centre.

Dans les druses, le fer oligiste est en lamelles très minces; dans la roche il est en grains qui sont généralement microscopiques, mais qui peuvent atteindre 1 centimètre.

Quelquefois on trouve aussi dans la pyroméride de *Corse* un

---

(1) Faujas de Saint-Fond, *Essai de géologie*, t. II, p. 245; t. III, p. 688.

peu de pyrite de fer et d'hydroxyde de fer; ce dernier provient dans certains cas de la pseudomorphose de la pyrite de fer dont il a conservé la forme.

Passons maintenant à l'étude du *gisement* de la pyroméride des *Vosges*; il nous sera facile de constater qu'il a beaucoup d'analogie avec celui de la pyroméride de *Corse*.

Wuenheim. — La pyroméride de *Wuenheim* se trouve à 2 kilomètres de *Wuenheim*, près Sultz, au bord du chemin qui conduit au Kohlschlag, et elle forme l'escarpement appelé le *Rauhfels*. Ses globules sont très réguliers et presque sphériques; leur diamètre ne dépasse pas 2 centimètres. Ils ont une couleur généralement grise ou blanchâtre; cependant il y en a qui ont une couleur légèrement violette. Quand ils sont altérés, leur couleur devient rouge, brune ou blanche : dans ce dernier cas leur feldspath s'est transformé en kaolin, et il est facile d'étudier leur structure; on reconnaît qu'ils contiennent ordinairement moins de feldspath que les globules de Corse, et, pour la plupart d'entre eux, le feldspath n'est visible que lorsqu'ils sont altérés.

Lorsque la pyroméride se dégrade, ses globules, bien qu'ils conservent encore la structure rayonnée, sont petits et peu nets; ils ne sont pas bien séparés de la pâte dans laquelle leurs contours vont se fondre.

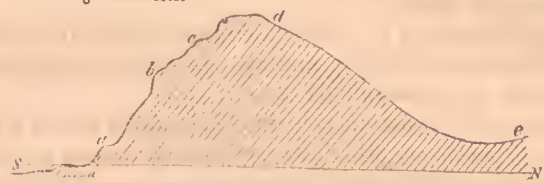
Quant à la pâte de la pyroméride, elle est généralement plus claire que celle des globules, et d'une couleur verdâtre ou grisâtre, ou rougeâtre : elle peut d'ailleurs avoir des couleurs très variées; quelquefois, par exemple, elle a une belle couleur vert foncé, et elle est alors formée par une variété de quartz analogue à celle désignée par Werner sous le nom de *Plasma*.

Dans des échantillons à pâte brun rougeâtre contenant des globules très nets, formés de quartz ainsi que de feldspath, j'ai observé des cristaux d'amphibole-hornblende d'un vert noirâtre.

Cette pâte est du reste toujours extrêmement riche en quartz.

J'ai étudié avec M. Kœchlin-Schlumberger le gisement de la pyroméride de *Wuenheim*.

Cette roche forme une bande qui est dirigée à peu près du N. au S. et qui a 100 ou 120 mètres de largeur de l'E. à l'O. La coupe suivant la longueur de cette bande, c'est-à-dire du N. au S., est représentée par le croquis suivant :



Coupe du Rauhfels du N. au S.

Les globules s'observent sur tout le versant sud, *a b c d* du Rauhfels, mais c'est dans la partie *b c* de l'escarpement qu'ils sont le mieux caractérisés; la pyroméride y forme des rochers abrupts qui résistent plus à la décomposition que les roches voisines, et qui ont valu à cet escarpement le nom de *Rauhfels*. En cet endroit la pyroméride est d'ailleurs extrêmement quartzeuse, et elle est traversée par un très grand nombre de petits filons de quartz qui s'entrecroisent dans tous les sens. Ce quartz est associé avec de la baryte sulfatée et quelquefois avec du fer oligiste. Quoique ces filons de quartz aient certainement déterminé le développement des globules, ils n'en contiennent cependant pas; par conséquent le feldspath de la roche encaissante était nécessaire à leur développement.

Les globules s'observent encore en *a*, au bord du chemin de *Wuenheim*, au Kohlschlag, et en *d*, au sommet du Rauhfels; mais ils sont généralement plus petits et moins bien caractérisés qu'en *b c*. La roche qui les renferme est d'ailleurs toujours complétement pénétrée de quartz, qui lui donne, lorsqu'on l'examine à la loupe, une structure celluleuse et qui la rend rude au toucher.

Les globules disparaissent sur le versant N. et la roche est aussi moins siliceuse.

Au point *e*, il n'y a plus de globules; la roche consiste en un conglomérat de la grauwacke qui est à base de feldspath du sixième système : ce conglomérat est bréchiforme, celluleux et rude au toucher; il contient des fragments de grauwacke silicifiés qui sont encore reconnaissables bien que leurs contours se fondent souvent dans la pâte siliceuse.

Il y a d'ailleurs aussi des fragments de grauwake dans les filons de quartz qui traversent la pyroméride.

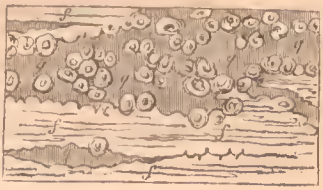
Il importe de remarquer que les globules de la pyroméride de *Wuenheim* ne se sont pas développés dans un porphyre quartzifère, mais dans une roche très quartzeuse, qui renferme seulement quelques rares lamelles de feldspath; en examinant à la

loupe certains échantillons, notamment ceux qui ont été altérés à l'air, on reconnaît même qu'ils sont bréchiformes, en sorte que les globules se sont développés jusque dans le conglomérat silicifié du terrain de transition. A l'O. ce conglomérat s'observe en effet jusqu'à 300 mètres du sommet du Rauhfels et il se retrouve également à l'E.; mais à 200 mètres du sommet il cesse d'être siliceux et on le voit passer à la grauwacke ordinaire du terrain de transition, dans laquelle il y a même des empreintes de calamites.

Andlau. — J'ai trouvé une variété bien caractérisée de pyroméride dans le haut de la vallée d'*Andlau*, entre la nouvelle scierie et le Hohwald. Quoique ses globules soient petits et que leur diamètre ne dépasse pas quelques millimètres, ils sont généralement très nets : ils sont d'ailleurs formés de feldspath orthose et de quartz. Quelquefois on voit à leur centre, soit une lamelle blanche et éclatante de feldspath, soit du quartz hyalin. La roche qui contient les globules est imprégnée de grains de fer oligiste qui se trouve aussi en paillettes minces dans quelques druses ainsi que dans les cavités intérieures des globules.

Le schiste mâclifère à grands cristaux, qui s'observe vers le haut de la vallée d'*Andlau*, est traversé par de gros filons de porphyre quartzifère; ce porphyre, qui est très bien caractérisé, est formé par une pâte brun rougeâtre dans laquelle il y a des cristaux ou des grains de quartz hyalin et de l'orthose également brun rougeâtre. Les globules se sont développés dans le porphyre ainsi que dans le schiste mâclifère, et notamment au contact des deux roches : dans certains échantillons il y a passage du porphyre au schiste.

Le croquis ci-joint est destiné à donner une idée de la pyroméride d'Andlau : on voit qu'elle est extrêmement riche en quartz *q*, qui est hyalin et gris; le feldspath *f*, qui est brun rougeâtre, s'y présente tantôt en globules isolés, tantôt en chapelets ou en veines globuleuses qui sont parallèles à la schistosité de la roche et qui sont quelquefois très contournées. A la séparation du feldspath *f* et du quartz *q*, il y a, soit à la circonférence des globules, soit à la limite des veines feldspathiques, des zones concentriques d'une couleur plus pâle que celle du feldspath.



Il importe de remarquer que les globules feldspathiques sont complétement entourés par le quartz, et que les veines feldspathiques ont pris surtout la structure globuleuse près de leurs bords, c'est-à-dire à leur contact avec le quartz. La pyroméride d'Andlau démontre donc bien que le quartz a déterminé, par son mélange, le développement de la structure globuleuse du feldspath, et qu'il a par conséquent exercé une action indirecte sur la formation des globules.

Saint-Maurice. — La pyroméride de *Saint-Maurice* n'a pas encore été observée en place ; jusqu'à présent on l'a seulement rencontrée, à l'état de bloc roulé, dans la vallée des Charbonniers, à la base du ballon d'Alsace. Cette pyroméride, qui est légèrement schistoïde, est, comme les précédentes, très riche en silice, et elle contient d'ailleurs du quartz, de l'orthose, quelques lamelles d'oligoclase, du mica blanc argenté en petites paillettes et des grains microscopiques de fer oligiste.

Résumé.

En résumé, il résulte de ce qui précède que les pyromérides des Vosges et de Corse ont la plus grande analogie, non seulement par leur composition minéralogique, mais encore par leur gisement.

On a jusqu'à présent désigné spécialement sous le nom de *pyromérides* des roches globuleuses qui sont en même temps porphyriques, et dans lesquelles il y a du feldspath orthose ainsi que du quartz : on voit que les globules de ces *pyromérides* contiennent beaucoup plus de silice que ne le pensaient les minéralogistes qui se sont d'abord occupés de leur étude ; la roche qui enveloppe les globules est également très riche en silice et elle en renferme plus qu'il n'y en a habituellement dans le porphyre quartzifère ; quelquefois même cette roche est de la silice pure. Le feldspath orthose ne s'est en effet réuni en globules que dans les roches porphyriques dont la richesse en silice est très grande et tout à fait exceptionnelle ; par conséquent les globules résultent non seulement de la tendance du feldspath à cristalliser, ainsi que de certaines circonstances dans lesquelles sa cristallisation s'est opérée, mais encore d'une action indirecte qui a été exercée par le mélange d'un grand excès de silice.

L'étude du gisement des pyromérides montre que cette silice a été amenée postérieurement : tantôt elle a pénétré la roche sous forme de filons, tantôt elle s'est fondue avec elle d'une manière

intime ; elle était d'ailleurs associée avec du fer oligiste et quelquefois avec de la baryte sulfatée.

Enfin, il importe encore de remarquer que le développement des globules n'est pas limité au porphyre quartzifère, et que diverses roches peuvent être changées en pyromérides par une pénétration de silice.

M. Constant Prévost fait remarquer, relativement à la communication de M. Delesse, que la silice paraît avoir joué, dans les pyromérides, le rôle qui lui a été attribué par M. Delafosse, en sorte que de la silice a pu être retenue dans les globules, comme de l'eau serait retenue par des cristaux qui se formeraient au milieu d'une dissolution aqueuse.

M. de Verneuil lit la lettre suivante de M. Ville.

Oran, le 25 juillet 1851.

Monsieur et cher collègue,

Je suis rentré à Oran le 19 du courant après une absence de huit mois. J'ai fait, pendant ce temps, la carte géologique complète à l'échelle du 1/100 000 de tout le pays que j'ai parcouru. J'ai reconnu les gîtes minéraux suivants :

2 gîtes de lignite.
1 gîte de pyrite de cuivre.
10 gîtes de minerai de fer.
3 gîtes de galène.
23 gîtes de pouzzolane.
11 gîtes de plâtre.
5 gîtes d'albâtre calcaire.
1 gîte de sel gemme.
2 sources salées.
1 gîte de savon minéral.
1 gîte de terre à porcelaine.
10 sources thermales.

Vous voyez, par cette énumération, qu'il est permis d'espérer que lorsque l'exploration géologique de la province d'Oran sera terminée, cette province se montrera la digne rivale des deux autres au point de vue minéralogique. La constitution géologique présente une grande simplicité dans l'ouest de la province d'Oran ; le terrain

métallifère est formé par le terrain crétacé inférieur qui constitue : 1° tout le pâté de montagnes compris entre Tlemsen et Sebdou et s'étendant fort loin de l'O. à l'E. ; 2° les Traras qui s'étendent depuis la rive gauche de la Tafna jusqu'à la frontière du Maroc; 3° une série d'îlots isolés au milieu du terrain tertiaire et qui sont en quelque sorte la continuation du massif des Traras, du côté de l'E. le long du rivage de la mer.

Les lignites se trouvent dans le terrain tertiaire moyen qui s'est déposé dans une mer salée dont le terrain crétacé inférieur constituait les rivages. C'est au débouché des affluents d'eau douce tombant du terrain crétacé dans la mer tertiaire moyenne, que les dépôts de lignite d'eau douce se sont effectués. Ce principe me guidera à l'avenir pour la recherche des lignites dans la province d'Oran. Les pouzzolanes sont disséminées dans trois pâtés différents de terrain basaltique; l'un d'eux est auprès de Djemma Gazaouat, le second auprès de l'embouchure de la Tafna et l'autre aux environs d'Ain Témouchen. J'ai trouvé deux massifs de terrains granitiques. Le plus petit se trouve au sud-ouest de Tlemsen chez les Beni Senous et l'autre plus considérable (7 kilomètres de long sur 2 kilomètres de large) se trouve auprès de Nedroma. Ce granite a fait éruption à travers le terrain crétacé inférieur. Quant au basalte, il a fait éruption tantôt à travers le terrain crétacé inférieur, tantôt après le dépôt du terrain tertiaire supérieur qui constitue le fond de la plaine d'Oran, et dont je n'ai pas encore étudié les limites. Il y a aussi dans la province un terrain diluvien très développé qui forme tout le sol des hauts plateaux dans le S. et qui se retrouve au N. jusque sur le littoral.

Oran, le 9 octobre 1851.

Dans toute la subdivision de Tlemsen, je n'ai constaté nulle part l'existence des terrains de transition. Autour de l'îlot de granite de Nedroma il y a bien une zone mince de terrains cristallins stratifiés ; mais cette zone provient du métamorphisme du terrain crétacé à travers lequel le granite de Nedroma a fait éruption. Je n'ai pas constaté non plus l'existence du terrain nummulitique; mais je suis loin d'en conclure que ce terrain n'existe pas dans les lieux que j'ai parcourus. Les explorations d'Afrique ne se font pas avec la même facilité qu'en France, puisque souvent il faut profiter de l'appui d'une colonne expéditionnaire pour voyager. Or, avec une colonne, on est dans de très mauvaises conditions pour faire des observations convenables. On parcourt les terrains au

galop dans une direction linéaire; aussi je suis convaincu que la géologie de l'Afrique laissera beaucoup à désirer, tant que la colonisation européenne n'aura pas fait la tache d'huile dans toute l'étendue du pays.

D'après un avis du conseil général des mines, M. le ministre de la guerre a décidé qu'on imprimerait aux frais de l'État un mémoire que j'ai rédigé en 1850. Ce mémoire est intitulé *Recherches sur les roches, les eaux et les gîtes minéraux des provinces d'Oran et d'Alger;* il est accompagné d'un essai de cartes géologiques et minéralogiques des deux provinces et de plusieurs coupes géologiques. Cet essai est encore très informe. Car, à mon sens, on n'aura une bonne carte géologique que lorsqu'on aura une bonne carte géographique du pays et qu'en outre le pays sera parfaitement tranquille et sûr, conditions qui nous manquent aujourd'hui. Quoi qu'il en soit, quand ce travail sera imprimé, j'aurai l'honneur de vous faire hommage d'un exemplaire et d'en offrir un également à la Société géologique. Mais j'ignore à quelle époque je pourrai tenir ma promesse, parce que je voudrais joindre à ce travail la description des nouveaux gîtes que j'ai reconnus, et je ne sais encore quand je pourrai reprendre mes analyses interrompues.

M. de Lorière demande si le terrain crétacé de l'Algérie ne se serait pas déposé autour du granite sans avoir été percé par lui.

M. d'Omalius fait remarquer qu'il lui paraît probable, d'après les termes de la lettre, que le granite a percé le terrain crétacé.

M. Élie de Beaumont ajoute que les dislocations de la province d'Oran sont parallèles à celles de la chaîne des Pyrénées; que, par conséquent, le fait énoncé n'est pas extraordinaire et qu'il est même vraisemblable.

M. de Verneuil lit la lettre suivante, qui lui est adressée par M. Geinitz, sur les Graptolites.

Dresde, le 24 janvier 1852.

Occupé depuis quelque temps du terrain paléozoïque de la Saxe, il n'a pu m'échapper qu'il existe une grande confusion parmi les espèces décrites et publiées de la famille des Graptolites, confusion qui n'est pas encore parfaitement dissipée par l'excellent travail de M. Barrande, qui ne traite que des Graptolites de la Bohême.

La révision de toutes les espèces de cette famille, publiées par Linné et par les autres auteurs jusqu'à la fin de 1851, m'a persuadé qu'il en existe environ 60 espèces.

Comme mon travail, que je publie sous le titre : « *Die Graptolithen, ein monographischer Versuch zur Beurtheilung der Grauwackenformation in Sachsen and den angranzenden Landerabtheilungen, sowie der silurischen Formation überhaupt* », ne tardera que peu de mois à vous parvenir, je me borne à présent à vous communiquer seulement le résultat final de mes recherches.

La famille des *Graptolithines* est composée des genres suivants :

1° *Diplograpsus*, M'Coy. Syn. : *Diprion*, Barr., *Petalolithus*, Suess.

Ce sont des Graptolithines qui portent leurs cellules en deux colonnes ou séries jointes l'une à l'autre, mais séparées par un axe solide (17 espèces).

2° *Nereograpsus*, Gein. Syn. : *Nereites*, *Myrianites*, *Nemertites*, etc. Aut.

Ce sont des Graptolithines qui portent leurs cellules en deux colonnes ou séries séparées par un canal commun, sans aucun axe, ou avec un axe mou au milieu du canal (environ 7 espèces). Représentant : *N. cambrensis*, Murch.

3. *Cladograpsus*, Gein.

Ce sont des Graptolithines à deux bras, ou des Graptolites fourchus (7 espèces). Représentant : *G. Murchisoni*, Beck, et *G. ramosus*, Hall.

4. *Monograpsus*, Gein. Syn. : *Monoprion* et *Rastrites*, Barr., *Graptolithus*, Suess.

Ce sont des Graptolithines, qui portent leurs cellules en une colonne ou série, avec un axe solide (28 espèces).

5. *Retiolites*, Barr. Syn. : *Gladiolites*, Barr.

Ce sont des Graptolithines qui portent leurs cellules en deux colonnes ou séries, et dont la surface est couverte d'une membrane réticulée qui forme un axe médian à l'un des côtés du canal commun (une seule espèce).

Le genre *Rastrites* est réuni aux *Monograpsus*, parce que le *Rastrites triangulatus* (Hawkness), espèce découverte après la publication des Graptolites de Bohême, est un *Rastrites* dans la partie inférieure, et un *Monograpsus* dans la partie supérieure de son trone. Si l'on trouvait des *Birastrites*, il faudrait les ranger avec les *Diplograpsus*. Il semble qu'il en existe aux environs de Saalfeld, dans la Thuringe.

La partie *en croissance* de M. Barrande, ou la partie mince de la plupart des espèces, est pour moi la partie inférieure ou la base du trone de ces animaux.

Enfin les Graptolithines se développaient et vivaient de la même manière que les Virgulaires vivants; elles étaient pour la plupart libres dans la mer, et vraisemblablement fixées seulement pendant leur jeunesse. D'autres s'enfonçaient avec leur base dans le limon sur les rivages de la mer.

G. gracilis, Hall, *G. Hallianus*, Prout., et *Lophostenium comosum*, Richter, ne sont pas des Graptolithines; je les place parmi les Sertularides.

La surface des Graptolites trouvés dans le schiste noir est métamorphosée très souvent en *talc*, qu'on a confondu fréquemments avec la silice pure, et les schistes à Graptolites de Saxe, que j'ai examinés avec mon collègue, le professeur Stein, contiennent quelque trace d'*iode*.

M. Matheron, profitant de sa présence à Paris, présente quelques observations sur la note de M. Leymerie, insérée dans le bulletin de janvier 1851, et relative aux terrains de Provence.

M. Matheron dit qu'en effet il a visité en 1850 la localité de Montolieu, au pied de la montagne Noire, et que grâce aux bonnes indications de MM. Leymerie et Noulet, il a pu en bien peu de temps, faire une étude assez détaillée du terrain nummulitique de cette contrée. Il a reconnu le terrain à physes d'eau douce, qui existe au-dessous du terrain nummulitique, et il a pu s'assurer par les nombreux fossiles qu'il a recueillis sur les lieux, et dont il soumet plusieurs échantillons à l'examen de la Société, que l'analogie établie par M. Noulet, entre ces fossiles et ceux du terrain à lignite de Provence, était manifeste.

M. Matheron fait remarquer que, si l'on considère d'une part que la grande formation à lignite des Bouches-du-Rhône est

inférieure au gypse d'Aix, lequel est évidemment l'analogue du gypse de Montmartre ; que, d'autre part, le terrain nummulitique de la montagne Noire renferme des espèces fossiles qu'on retrouve dans le bassin parisien, au-dessous du gypse, et qu'on ajoute à ces deux considérations ce fait non moins important que le terrain à gypse de Castelnaudary, évidemment supérieur au terrain nummulitique, ainsi qu'il s'en est assuré lui-même, renferme deux espèces de Cyclostomes (*Cyclostoma Coquandii*, et *aquensis*, Matheron) qu'on trouve dans les couches supérieures du terrain à gypse d'Aix, on arrive facilement à déterminer la position du terrain nummulitique dans l'échelle géognostique.

D'après M. Matheron, ce terrain correspondrait aux couches du bassin parisien qui sont comprises entre les lignites du Soissonnais et le gypse de Montmartre. Le terrain à physes de Montolieu correspondrait à peu de chose près au calcaire de Rilly et à la partie inférieure des lignites de Provence, et le calcaire à gypse de Castelnaudary, si remarquable par ses beaux fossiles, serait l'analogue du gypse de Paris, et, par conséquent, l'analogue des gypses d'Aix, de Manosque et de Vaucluse. Pour compléter la comparaison, M. Matheron admet que le terrain nummulitique, qui manque dans les Bouches-du-Rhône, s'y trouve en fait représenté par les argiles et marnes rouges et bigarrées, et les calcaires qui les accompagnent et qui constituent la partie moyenne et supérieure du terrain à lignite des Bouches-du-Rhône, recouvertes par le gypse d'Aix.

M. Matheron ajoute que ce qui confirme cette analogie, c'est que, dans la partie de la Provence où se montre le terrain nummulitique, il y a absence de ces marnes rouges et bigarrées, si puissantes dans le bassin d'Aix.

Passant à la question du terrain crétacé de Provence, M. Matheron dit qu'il est heureux de reconnaître que la plupart des indications fournies par son savant confrère sont exactes ; que la couche à ichthyosarcolites des environs de Cassis a été reconnue par lui, mais qu'il ne saurait passer sous silence une indication fournie par M. Leymerie, et qui pourrait conduire à une conclusion erronée.

D'après les indications de M. Leymerie, il paraîtrait que le terrain à Ancyloceras de Cassis est inférieur au *calcaire pro-*

vençal. C'est là une erreur qu'il importe de combattre et qui sera manifestement reconnue par toute personne qui ira visiter la Bedoule, près de Cassis.

Les *Ancyloceras Matheronianus*, *Renauxianus*, *Orbignyanus*; les *Ammonites consobrinus*, *Matheroni*; les *Nautilus neoeomiensis* et *Requianianus*, etc., etc., sont des couches calcaires *superposées* au calcaire à *Chama*. Ces calcaires passent peu à peu aux marnes de Cassis, dans lesquelles sont les *Ammonites Nisus*, *Dufrenoyi*, etc., et autres fossiles aptiens.

M. d'Archiac, se fondant précisément sur les motifs exposés par M. Matheron, en déduit les mêmes conséquences sur les rapports des couches lacustres de Montolieu avec celles du groupe des lignites du bassin d'Aix, et avec les calcaires de Rilly dans celui de la Seine. (*Hist. des progrès de la géol.*, t. III, p. 203, *nota*.)

M. Matheron répond qu'il n'a eu nullement l'intention de contester le mérite de la priorité due à M. d'Archiac; qu'il n'a présenté des observations que parce qu'il avait été cité par M. Leymerie, et que, dans tous les cas, il avait cru convenable de donner son opinion sur l'analogie qui lui paraît exister entre les terrains de Montolieu et ceux des Bouches-du-Rhône, et qu'enfin il s'estime heureux de partager l'opinion de son savant confrère M. d'Archiac.

M. Boubée pense que le terrain nummulitique se divise en deux étages : l'un, plus ancien, qui est lié avec le terrain crétacé, et qui s'observe en Espagne, en Égypte et en Crimée; l'autre, plus moderne, qui est tertiaire et qui s'observe en France. Les grandes nummulites ne se trouvent pas dans ce dernier étage.

M. Constant Prévost présente à la Société un tableau lithographié, dont il fait depuis longtemps usage pour son enseignement de la Sorbonne. Il se propose de revenir en détail sur cette communication, lorsqu'il sera possible d'insérer au *Bulletin* le tableau dont il met la pierre gravée à la disposition de la Société.

M. Collomb demande à M. C. Prévost s'il ne serait pas possible d'intercaler dans le tableau qu'il présente à la Société une formation glaciaire.

M. C. Prévost répond affirmativement, et il ajoute que tous les cadres de ce tableau peuvent recevoir de nouvelles intercalations.

M. Constant Prévost qui, dans son dernier voyage en Angleterre (juillet 1851), a eu l'avantage de voir et d'admirer les magnifiques collections de fossiles recueillis sur la côte d'Hordle par madame la marquise d'Hastings, a pu se convaincre que les connaissances précises et multipliées acquises par cette dame, avec une patience et une sagacité incomparables, sur les gisements de fossiles, leurs relations entre eux et avec les assises diverses qui les renferment, ne sont pas moins importantes pour la science. Il avait sollicité de madame la marquise d'Hastings, pour le *Bulletin de la Société géologique*, une analyse de ses précieuses recherches.

Le mémoire, dont il communique la traduction, lui a été envoyé avec des échantillons à l'appui, dès le mois de septembre dernier; mais il ne lui est parvenu à Dijon que l'avant-dernier jour de la réunion extraordinaire de la Société dans cette ville. M. Constant Prévost a eu le regret, dans cette circonstance, de ne pouvoir donner qu'une analyse succincte et verbale de cet important travail, et un long voyage dans les Alpes, sur les bords du Rhin, en Belgique et dans la Hollande, l'a empêché jusqu'à ce moment de remplir la mission dont il a eu l'honneur d'être chargé.

Il se propose de faire connaître ultérieurement le résultat de quelques observations qu'il a pu faire de nouveau dans l'île de Wight, en les comparant aux notes et renseignements inédits qu'il a recueillis en 1825 dans la même localité.

Description géologique des falaises d'Hordle, sur la côte du Hampshire, en Angleterre, par madame la marquise d'Hastings.

Pendant les six années que j'ai passées dans le voisinage des falaises de Hordle (Cliffs of Hordle), j'ai pu, grâce à l'extrême bonté du docteur Chambers, faire de ces falaises, qui lui appartiennent, l'objet des plus minutieuses recherches. Leur nature est telle que, pour acquérir une entière connaissance de

chaque dépôt et de ce qu'il renferme, il faut avoir l'occasion de les examiner chaque jour.

Le sommet est composé d'un lit de gravier de 15 à 20 pieds. Ce gravier et toute la partie supérieure de la falaise tombent continuellement, et couvrent dans leur chute les couches inférieures, ou du moins les cachent sous les sables et les argiles qui viennent du sommet, de telle sorte, qu'à moins de mettre à nu la surface, en creusant, il est impossible de constater la vraie nature des couches qui sont dessous.

On a émis bien des opinions sur les causes naturelles de la rapide destruction de ces falaises. La mer a généralement été accusée d'être l'auteur de tout le dommage, et il est certain qu'elle fait chaque année des empiétements considérables. Mais il est maintenant généralement reconnu que les sources souterraines causent autant de dommage, et que leurs ravages sont plus rapides dans la partie supérieure de la falaise, que celles de la mer à la partie inférieure. Les éboulements sont rares en été, ou pendant les temps secs, et, d'après mes propres observations, j'incline à penser que les sources d'eau douce agissent de la manière suivante sur la surface.

En hiver, pendant les grandes pluies, les eaux augmentent et s'ouvrent des canaux intérieurs, produisant ainsi une disjonction des terres. Ces canaux, en été et pendant les gelées, deviennent secs ; mais, aux pluies et pendant le dégel, ils se remplissent de nouveau et s'élargissent. La portion de terrain ainsi séparée du reste, tombe au moment où, à en juger par les symptômes extérieurs, on s'y attendrait le moins.

Au mois d'août 1851, une masse qui s'avançait comme un arc-boutant d'environ 15 pieds sur le front de la falaise, et dont la longueur était de 50 pieds, tomba, et dans sa chute elle déplaça les galets et les sables entassés au pied de l'escarpement dans un espace d'environ 150 verges. Les masses en tombant d'en haut agissent comme des coins, et elles soulèvent, en les pressant, les couches inférieures à plusieurs pieds au-dessus de leur position primitive.

La difficulté et les peines que l'on rencontre à suivre les couches depuis leur origine, jusqu'à l'endroit où elles disparaissent, expliquent sans doute pourquoi on n'en a encore donné ni coupe ni description exacte. Cet oubli me paraît extraordinaire, car sûrement la connaissance de ces couches et de leur contenu aurait été une aide et une lumière précieuse dans les questions les plus discutées, comme, par exemple, l'âge relatif du bassin de Paris et du

bassin du Hampshire ; les relations des bancs de *Barton and Bracklesham*. M. Prestwich, dans son excellent mémoire, mentionne à peine les *freshwater strata of Hordle* (couches d'eau douce de Hordle). On va à *Alum-Bay*, on y reste des semaines, des mois, à examiner le magnifique développement de ces séries de couches qui s'étendent là et à *Headon-Hill*. Ces couches, on les a à plusieurs reprises figurées et décrites; mais on n'a encore, que je sache, publié aucune coupe de Hordle. Ayant résidé de ce côté, j'ai consacré une très grande partie de mon temps et de mes soins à l'étude de ces couches et de leur contenu, après avoir fait déblayer avec soin ces divers endroits, et mesurer chaque couche, aussi bien que pouvait le permettre leur épaisseur variable. Je n'ai hasardé aucune supposition ; toutes les indications renfermées dans ces pages reposent sur mes observations personnelles et sur des faits à moi connus. Je les ai écrites dans l'espoir qu'elles pourront être utiles à ceux qui désirent apprendre la nature et la position de ces couches dans notre série tertiaire, et qui n'auraient pas eu pour acquérir cette connaissance les facilités que m'a données une longue résidence.

Les couches sont très variées et très clairement tranchées, quand on les a mises à découvert. Elles ont peu ou point de solutions de continuité, et leurs contenus sont si différents et si variés, qu'il serait très difficile, quand une fois on connaît bien une couche, de la confondre avec une autre. Elles inclinent légèrement vers l'est, et leur longueur entière, depuis l'endroit où elles se montrent, jusqu'à celui où elles disparaissent au sommet de la falaise, est d'environ un mille. Celles qui sont composées de sable sont de couleurs très variables, comme on le voit dans les couches 13 et 14, ce qui rend très difficile d'en donner une idée exacte dans une coupe coloriée sur une petite échelle. Elles offrent une surface très plane ; la seule exception frappante se présente à *Mead-End*, où la plus basse de ces séries prend son origine, et où il y a une soudaine dépression dans la seizième et une partie de la quinzième couche. La partie inférieure de cet enfoncement est remplie d'une argile verte, très brillante, avec des veines d'argile de couleur foncée par-dessus, et qui renferme les mêmes coquillages. Je fus singulièrement heureuse de trouver cette portion de la falaise déblayée d'une manière qui ne s'était pas présentée pendant quatre ou cinq ans. Quelquefois sur cette côte, la mer, pendant huit à dix jours de suite, s'avance sur un point particulier du rivage qu'il n'avait pas atteint pendant des années, et balaie les

galets dans un espace de plusieurs verges. Il est difficile de rendre compte de ces phénomènes, à moins qu'il ne résulte d'un déplacement de l'énorme lit de galets qui s'étend au milieu du canal, entre cette côte et l'île de Wight, déplacement qui changerait la direction des courants sous-marins qui, aussi bien que la marée, sont très violents sur cette côte.

Comme il serait difficile pour des étrangers de trouver l'endroit exact où les lits se montrent et celui où ils disparaissent, je ferai remarquer simplement que tous ceux qui sont décrits ici se présentent dans une limite de 2 milles à partir de leur commencement, à *Mead-End*, environ un quart de mille plus loin que *Hordle-House* (au docteur Chambers). Je n'ai pas poussé ma description plus loin, parce que ces lits constituent proprement la série de *Hordle* ou d'eau douce. Je les ai divisés d'après les différents caractères des dépôts et de leur contenu.

Première couche. — Épaisseur variable de 6 à 8 pieds.

Elle est composée de sable grisâtre, disposé en bandes, avec un sable jaune mêlé de fer. Elle ne s'enfonce pas tout à fait autant que les autres, et s'étend peut-être un peu plus loin.

La partie supérieure et principale de ce lit est entièrement dépourvue de fossiles ; mais à environ un demi-mille de l'endroit où ces couches surgissent, une petite bande d'argile d'une couleur foncée, d'environ 4 pouces, se montre à la base du lit ; cette bande contient beaucoup de débris, mais généralement très comprimés et très fragiles. On y trouve de petites mâchoires de rongeurs, des portions de carapace et de plastron d'*Emys*, des dents et parfois beaucoup de fragments d'os de Crocodile, des vertèbres de serpents, et rarement des dents et des os de *Mammifères*. Les débris de *Trionyx*, si communs dans les lits inférieurs, ne se concentrent pas dans celui-ci. Au-dessous de cette bande, il en est une de pierre calcaire ; elle est imparfaitement formée, a de 5 à 10 pouces d'épaisseur, et est composée d'une agglomération de *Lymnæa* et de *Paludinæ*. Toutes ces bandes étroites courent pendant environ 300 verges et disparaissent. Elles sont généralement si entièrement recouvertes des sables des parties supérieures, qu'à moins de creuser il est impossible de les trouver. Les fouilles y sont faciles, mais les plus grands os et les plus grandes dents sont toujours très fragiles. Précisément avant le commencement de ces petites bandes est la fin de la *couche supérieure marine*.

Deuxième couche. — Elle est maintenant presque entièrement effacée, car elle n'a pas gardé une direction horizontale ; de sorte,

qu'à moins d'être préalablement connue, elle serait très difficile à trouver dans sa position primitive. Son épaisseur était de 10 à 12 pouces. Elle commençait avec la première couche et s'étendait environ à 300 verges. Je n'ai moi-même qu'une petite partie des coquilles qu'on y a trouvées, car maintenant elles sont difficiles à rencontrer, et quoique j'aie en ma possession des coquilles de *toutes* les couches, ma collection est plus spécialement destinée aux *Vertébrés*. Je vois dans une liste copiée de MM. *Edwards* et *Wood*, les *Lymnæa* et les *Planorbis* citées comme trouvées en cet endroit. Je n'ai jamais trouvé, ni même vu une de ces coquilles venant de cette couche, qui est une vraie couche marine. Elle est formée d'un sable jaune clair. La bande ci-dessus mentionnée comme se rencontrant à la base de la première couche prend la place de la seconde couche après sa disparition, ce qui est très singulier, puisque les débris qu'elle renferme sont indubitablement d'eau douce : *Natica*, *Oliva*, *Pleurotoma*, *Voluta*, *Neritina*, sont parmi les espèces qu'on trouve dans ce lit.

Troisième couche. — Elle a de 4 à 5 pieds d'épaisseur. Elle est formée d'une argile lilas ou grise, avec des bandes de *tuff*. Des bandes très étroites de *lignite* traversent cette couche ; la plus épaisse se rencontre à environ 4 ou 5 pouces au-dessus de sa base. Ce qui caractérise principalement cette couche, ce sont des lits d'*Unio Solandi*, qui commencent à environ 4 pouces du sommet et vont toujours en augmentant en nombre, presque jusqu'à la fin de la couche. Ces coquilles sont dans un bel état de conservation, bien qu'à cause de leur nature fragile il soit très difficile de les extraire en bon état. On y trouve en outre des *Paludina lenta*, et, principalement vers le fond de la couche, des *Melania*. A un pied de la base, et à un intervalle d'environ 4 pouces, sont deux lits de *Melania* en très bon état. Reposant sur l'argile verte qui forme la couche suivante, est un lit de graines (*Carpolithes*) avec un très petit nombre des coquilles qui se présentent dans les lits précédents : la *Paludina lenta* est la principale. J'ai trouvé moi-même un échantillon de *Potamide* dans cette couche, au milieu d'un des lits de *Melania* : on les y rencontre très rarement. On ne trouve dans cette couche aucun débris de *Vertébrés*.

Quatrième couche. — Elle varie de 10 à 12 pieds, quoiqu'elle soit généralement très plane. Elle est formée d'une argile verte et marneuse, traversée par des lignes sablonneuses. L'argile est plus foncée au sommet et à la base, et devient plus sablonneuse au milieu. Les lignes sablonneuses contiennent des *Paludina lenta*, des *Potamomya pluna*, très pressées, des débris de poissons, des

vertèbres et des écailles, de petites dents de *mammifères* non décrits, avec de très petites mâchoires. J'ai un grand *calcaneum* trouvé dans cette couche : c'est le seul grand os qu'on y ait jamais rencontré. Le dernier pied de cette couche contient dans les lignes sablonneuses des lits d'*Unios*, de *Paludines*, et des graines qui sont très bien conservées et serrées en grosses masses. A la base de cette couche, vers la moitié de sa longueur est un petit lit de *Lymnea* et de *Cyclas*, qui n'a guère que deux verges de longueur, et qu'on trouve rarement découvert. On trouve, de distance en distance dans ce lit, des pierres d'où l'on tire le vitriol. On n'y trouve pas de débris de *Trionyx*, d'*Emys*, ni de *Crocodile*.

Cinquième couche. — Elle a en moyenne de 4 à 6 pieds : c'est une couche très distincte et très intéressante. On peut la suivre à une très grande distance sur la falaise, et par un temps clair je l'ai vue avec une lunette, étant à plusieurs milles au large. Elle commence par une bande très variée (environ un pouce) de lignite. Vient ensuite une bande de sable gris, épaisse d'un pied à 18 pouces, sans fossiles. On trouve alors une bande d'argile gris foncé, qui contient des lignes de lignite de 18 pouces. Au-dessus se trouvent des *Paludinæ* dans l'argile. Cette couche se termine par 18 pouces de sable gris, dont la nuance est très variable. Les premiers 6 pouces sous l'argile renferment des lits d'*Unios*, de *Paludines*, de *Potomomya*, de *Lignites*, de *Lymnea* et de *Melania*, avec des graines de *Charæ* et des fragments de carapace et de plastron de *Trionyx*. On n'y trouve aucun autre débris animal. Le même petit lit de *Cyclas* et de *Lymnea*, qui se présente à la base du n° 4, se voit aussi ici pendant l'espace d'environ 3 verges. C'est la dernière couche dans laquelle on trouve des *Unios*.

Sixième couche.— Elle a en moyenne de 15 à 20 pieds d'épaisseur. Elle est entièrement formée de marne tachetée de bleu et colorée de fer. Une veine de lignite qui n'a pas plus d'un pouce d'épaisseur court à travers ce lit presque par le milieu. Elle est entièrement dépourvue de fossiles, à l'exception de quelques échantillons de *Paludinæ* qu'on y rencontre fort rarement.

Septième couche. — Épaisseur moyenne de 4 à 6 pieds. Elle commence par une très étroite bande de lignite qui repose sur environ 3 pieds de marne verte, légèrement tachetée et colorée de fer ; vient ensuite une petite bande de lignite d'environ 6 pouces, qui se rencontre seulement de temps en temps, et par-dessous une bande de sable d'environ 8 pouces, qui disparaît aussi quelquefois. On trouve après environ 18 pouces ou 2 pieds d'argile verte, tachetée de fer. Les fossiles manquent entièrement dans cette couche.

Huitième couche. — C'est une petite couche qui varie de 3 à 10 pouces : elle est formée de pierre *lymnéenne* et calcaire, qui paraît principalement composée de *Lymnea* et de *Planorbis* pressées et brisées ; parfois, mais très rarement, on trouve un échantillon en très bon état de l'une ou de l'autre de ces espèces ; d'ailleurs on n'y trouve pas d'autres coquilles, ni débris animaux, ni poissons, ni graines. Quand cette couche vient d'être mise à découvert, elle présente un état parfait de solidité ; mais, après avoir été exposée à l'air, elle devient friable, et s'en va promptement en morceaux.

Neuvième couche. — Elle a 6 pieds d'épaisseur. Elle commence par une bande très étroite de lignite, après laquelle vient une bande d'argile verte, tachetée de fer ; à travers sa base passe une bande de *iron-stones*, d'environ 10 pouces d'épaisseur, qui fait saillie sur la falaise ; sous cette bande se montre parfois une étroite ligne de pierre calcaire, après laquelle vient une bande étroite d'argile verte, qui contient des *Paludinæ* et des *Potomomya* très encroûtées. On n'y trouve aucun autre débris ni coquillage. On croit généralement que les *iron-stones*, qui traversent ce lit, résultent du contact de l'atmosphère ; c'est une erreur. J'ai vu moi-même ce lit d'*iron-stones*, découvert dans une direction horizontale, sur une longueur de 8 pieds, au-dessous de la surface, et j'ai trouvé ces pierres ferrugineuses en cet endroit précisément dans les mêmes conditions que sur la tranche de la falaise. Généralement elles se présentent sur une ligne régulière, s'étendant horizontalement en grandes masses de plusieurs pieds ; mais quelquefois elles sont remplacées par l'argile.

Dixième couche. — Elle a en moyenne de 8 à 9 pieds ; elle est formée d'un beau sable blanc, traversé par des bandes de marne grise. Le centre du lit ne renferme guère que du sable pur ; les bandes de marne grise dominent au sommet et à la base, dont elles forment le principal élément, et qui a environ 2 ou 3 pieds d'épaisseur. La couche tout entière contient des bancs de *Lymnea*, de *Potamides* et de *Melania ;* mais la partie inférieure renferme des lits de *Potamomya*, qui ne sont qu'à un pouce d'intervalle, avec d'innombrables graines de *Chara*, qui se répandent au loin, après la chute de quelque portion de la couche. C'est à environ 3 pieds du sommet qu'on rencontre les débris animaux immédiatement sous les bandes grises qui traversent la partie supérieure de la couche. Mêlées à ces débris se trouvent des *Potamides*, des *Planorbis*, des *Lymnea*, des *Potomomya*, des *Dreissena* et des *Paludines*. C'est ici la seule couche (en tenant compte de l'unique exception couche 3) où l'on trouve le premier de ces coquillages, et il s'est

toujours rencontré en compagnie des débris animaux, de sorte que, partout où on le trouve, on est presque assuré de rencontrer des os à peu de distance. Le sable qui environne immédiatement les os devient verdâtre, d'une nature boueuse ou argileuse, ce qui prouve qu'il y a eu décomposition de matières animales. Il est rare de trouver ces débris près du commencement ou de la fin du lit; le milieu, un peu à l'ouest d'*Hordle-House*, est la localité que j'ai trouvée la plus productive. Malheureusement le temps de notre Cuvier anglais, le professeur Owen, est si rempli, qu'un grand nombre des espèces trouvées ici n'a pas été décrit; je ne puis en conséquence que donner une idée générale du contenu de cette couche. Parmi les mammifères nous avons : le *Paloplotherium;* une belle série de mâchoires et d'os est dans une collection. Une personne qui habite près de ces falaises, et qui a été infatigable dans ses recherches, Alexandre Pytts Falconer Esq., qui a le premier découvert ces nouvelles espèces de mammifères, ainsi que la présence en ces lieux du *Dichobune*, a trouvé beaucoup d'autres échantillons. On y rencontre également le *Dichobeume*, l'*Hyænodon*. (J'ai dans ma collection une seule mâchoire inférieure parfaitement conservée). J'ai deux *humérus* différents, des *coracoïdes*, et différents autres ossements d'oiseaux non décrits. Parmi le reptiles, on trouve le *Crocodile Hastingsæ*, dont j'ai deux têtes entières, une série de 80 ou 100 vertèbres, le même nombre d'*humérus*, de *fémurs*, etc. Je crois qu'un Alligator a aussi été trouvé dans cette localité par M. *Searles Wood*, dont le nom est bien connu des géologues.

Des *Trionyx Henrici*, *Barbaræ*, *marginatus* et *circumsulcatus*, ont été trouvés ici et sont dans mon cabinet. Il faut ajouter l'*Emys crassus*, et un nouvel *Emys*, que j'ai récemment découvert et reconstitué presque complétement; j'ai un plastron et une carapace entière, qui n'ont été ni décrits ni figurés. Les débris de *Lepidosteus* abondent dans cette couche, et se trouvent partout, mais en très grande quantité avec les os. Généralement là où se montrent les débris d'un animal, on en trouve d'autres qui les accompagnent, et dans un espace de 6 verges on peut trouver des débris de toutes les espèces ci-dessus mentionnées. Cependant le géologue serait déçu, s'il s'attendait à suivre sans interruption une pareille veine de bonne fortune. Après avoir trouvé un endroit fécond, il se peut qu'on explore des centaines de verges sans rien rencontrer que quelques coquilles, quelques écailles de poissons, des graines et des plaques osseuses de peau de crocodile, débris qui sont très abondants. A cet égard, les recherches dans cette

couche sont très chanceuses. C'est d'ailleurs un travail très pénible; car on a à déblayer un espace de plusieurs pieds, ou plutôt plusieurs verges des couches supérieures qui renferment le lit d'*ironstones*, avant d'avoir mis à découvert une assez grande étendue de la dixième couche pour avoir chance d'y rencontrer quelque chose qui en vaille la peine. Les débris sont dans un très bel état de conservation.

Onzième couche. — Son épaisseur varie de 1 à 2 pieds. Je l'ai séparée de la précédente, parce que les débris qu'elle renferme prouvent que ce dépôt s'est formé sous un ordre de choses tout différent. Elle est composée d'un sable blanc très pur, traversée à de rares intervalles d'une ligne colorée de sable ferrugineux. Elle renferme beaucoup de lits de *Potamomya* encroûtés et serrés les uns contre les autres; on y trouve aussi en assez grande abondance des os roulés d'*Emys*, de *Trionyx*, *Crocodile*, *Rongeurs*, des vertèbres de poissons, d'oiseaux et de mammifères. Parfois, mais très rarement, on en trouve un parfaitement conservé. Les échantillons en meilleur état sont des dents de mammifères, et on les trouve quelquefois presque intactes. Tous les autres os sont roulés et à peine reconnaissables.

Douzième couche. — Son épaisseur moyenne est d'environ 1 à 2 pieds. Elle est formée d'argile verte. On rencontre vers le sommet un lit de *Potamomya*, et çà et là quelques échantillons dispersés; mais on ne trouve aucun autre débris fossile dans cette couche.

Treizième couche.— Son épaisseur varie de 6 à 8 pieds. C'est un lit de sable blanc, de nuances très variables. A son origine il est d'un gris de fer foncé, et cette nuance persiste pendant quelques centaines de verges; en s'avançant à l'ouest, la couche devient un *buff* coloré de fer; vers son commencement on trouve une petite bande d'argile verte qui la traverse, et à environ 2 pouces d'épaisseur; mais elle disparaît bientôt. On y trouve des *Potamomya*, des *Paludina*, des *graines*, du bois, des feuilles (par exemple des glaïeuls qui traversent la couche dans toutes les directions). Les *Planorbis* et les *Lymnea* y sont rares, et l'on n'y a trouvé qu'une fois des débris animaux. Très loin à l'O., à la base de la couche, et près de son extrémité, on a trouvé dans l'espace de quelques verges environ 30 os, appartenant évidemment au même animal, un *Palæotheroïde*. En voici la liste : des *phalanges unguéales*, 2 os du *métacarpe*, 1 du *carpe*, 1 *astragalus*, le *trochanter* et une partie du *pelvis*, des *côtes*, des *vertèbres*, etc. Tous ces os étaient fortement imprégnés de fer. On trouve aussi dans cette couche, en masses

semblables à des scories, une pierre qui contient beaucoup de vitriol. A sa base est un petit lit pierreux, épais d'environ 2 pouces, et dont on tire une teinture ou matière colorante.

Quatorzième couche.— Son épaisseur varie de 2 à 4 pieds. Elle est formée d'un sable argileux gris de fer, qui, vers sa base, est coloré de fer. Elle est remplie de feuilles et de fruits qu'on trouve généralement placés suivant une direction horizontale par toute la couche; mais les troncs, qui sont en nombre immense, la coupent perpendiculairement, ou à angle droit, dans toutes les directions. Il y a différentes espèces de feuilles et de fruits, mais jusqu'à présent, on n'en a publié, que je sache, aucune liste nominale. D'après la position des feuilles et des troncs, qui est celle qu'on observe dans les eaux stagnantes, il semblerait possible que ces plantes eussent originairement poussé à l'endroit même où on les trouve maintenant à l'état fossile. La profondeur de la couche permet parfaitement qu'il en soit ainsi, et, si ces plantes avaient été apportées dans cette couche par des eaux courantes, on ne les aurait pas trouvées dans la position relative où elles sont.

Quinzième couche. — C'est la dernière des couches purement d'eau douce; son épaisseur varie de 20 à 25 pieds : c'est de toutes la plus abondante en débris fossiles d'animaux. Ses lits sont très variés et très distincts. Elle commence par une bande d'argile verte d'environ 4 pieds, tachetée de fer, dépourvue de coquilles, mais où l'on trouve des débris de mammifères. J'ai une mâchoire inférieure très écrasée (comme tous les débris qu'on trouve dans cette partie) d'*Anthracotherium*, et probablement des portions de mâchoire inférieure de *Paloplotherium*. Après cette bande en vient une de sable blanc, qui, à une profondeur d'environ 6 pouces, se mélange d'argile verte jusqu'à une épaisseur d'environ 2 pieds. On ne trouve de coquilles ni dans le sable ni dans l'argile, mais des débris de mammifères assez bien conservés se rencontrent dans le sable. A ces 2 bandes succèdent 3 et quelquefois 4 lits de morceaux d'*iron-stones*, à un intervalle de 6 ou 8 pouces et d'environ 2 pouces d'épaisseur. Ils s'étendent horizontalement, et ont environ 2 ou 3 pieds d'épaisseur. Les intervalles qu'ils laissent entre eux sont remplis de sable blanc, qui contient des dépôts de *Paludinæ* et de *Potamomyæ*. A côté on trouve des *Trionyx*, des *Emys*, des fragments de mâchoires de mammifères, avec des dents, des vertèbres de poissons, parfois des os, des ossements d'oiseaux, et de très petites mâchoires, mais pas de crocodiles. Les débris ne sont pas communs dans ces lits de sable, et sont très difficiles à extraire, grâce aux *iron-stones*. Le moment le plus favorable pour trouver quelque chose

est quand une très grosse mer a balayé les *iron-stones* et découvert ainsi les lits de sable qui s'étendent dans les intervalles. On trouve ensuite une bande de sable qui, à son sommet et à sa base, est traversée par de nombreuses bandes d'argile d'un vert clair. A environ 18 pouces du sommet de ces sables, est une bande d'argile un peu plus épaisse; sur cette bande et sur les précédentes, on trouve les mêmes débris qui se présentent dans le sable contenu entre les lits d'*iron-stones*. Dans le sable blanc qui vient immédiatement après, on trouve des dépôts de *Paludinæ* et de graines (rarement des *Planorbis*), qui ont environ de 2 à 12 pouces d'épaisseur, et qui contiennent aussi des débris de *Trionyx*, mais pas d'autres. L'argile sablonneuse qu'on rencontre après renferme tous les meilleurs os qu'on puisse trouver dans cette couche. J'ai tiré de là une dent d'*Anoplotherium* commun, et un *scapula*, 2 *tibias*, 2 *Humérus*, *Métacarpes*, etc., qui sont indéterminés, mais que je crois d'*Anoplotherium*, des *Paloplotherium*, des débris de *Crocodile*, des *Trionyx*, des oiseaux, un très grand poisson inconnu, des *Emys*. Immédiatement à la limite de ces argiles se présente parfois une petite bande de fragment de coquilles, colorée de fer et épaisse de 2 à 6 pouces. Sa substance, seulement plus dure, ressemble beaucoup à la pierre calcaire, trouvée à la base de la petite bande dans la couche n° 1, qui contient des vertèbres de serpents, etc., etc. On y trouve également des vertèbres de serpents et de lézards, des dents de mammifères, des mâchoires de rongeurs, des écailles et des vertèbres de poissons, des débris de crocodiles, de *Trionyx* et d'*Emys*, et parfois des os plus gros et même conservés, comme des astragales et des os du carpe. A ces argiles succède un lit d'*iron-stones* d'un pied à 18 pouces d'épaisseur, et qui s'étend en masses triangulaires de 4 à 5 pieds en direction horizontale. Ce lit n'est pas continu, et quelquefois pendant plusieurs pieds on ne rencontre pas de pierres, qui sont alors remplacées par la même argile verte qui est immédiatement au-dessus. De là, à la base de la couche, s'étend une argile vert sale, tachetée de fer. Immédiatement sous les *iron-stones* est un petit lit de sable blanc, qui contient en grande partie les mêmes os qu'on trouve dans la petite bande de coquilles agglomérées, qui s'étend immédiatement au-dessus des *iron-stones* : ce sont des *Trionyx*, des *Emys*, des dents de Crocodiles, des vertèbres de serpents, des os d'oiseaux et de serpents. On n'y trouve pas un gros os de mammifère, mais des *Potamomya* et des *Paludinæ*. Vient ensuite une petite bande de *lignite* qui traverse l'argile environ 8 pouces après la précédente. Au-dessous, les argiles sont remplies de lits de *Potamomya*, avec lesquels on

trouve en très mauvais état des morceaux de *Trionyx* et d'*Emys*; on rencontre des cristaux de *sélénite* dans ce seul lit.

Seizième couche. — C'est la première de la série *fluvio-marine*. Son épaisseur varie de 4 à 5 pieds. Elle commence par une bande de lignite si complétement cristallisée, qu'elle brûle comme du charbon; l'épaisseur de cette bande est d'environ 18 pouces; elle est remplacée par une bande d'argile verte et grise, d'une nuance très sombre, épaisse d'environ 2 ou 3 pieds. On rencontre alors une autre bande fort étroite de lignite, d'environ 4 pouces, et au-dessous 4 ou 6 pouces de la même argile qu'au-dessus. Ces argiles contiennent une immense quantité de *Potamomya*, très agglomérés avec d'autres coquilles. Ce n'est qu'ici qu'on trouve le *Neritina*, et dans la couche n° 2, ou couche marine supérieure. Pas de débris animaux. Cette couche tout entière (et la partie inférieure de la quinzième) s'enfonce tout à coup près de son commencement. L'argile verte, qui remplit la partie inférieure de cet enfoncement est curieusement tachetée de l'argile grise qui est immédiatement au-dessus, et les parties grises contiennent les mêmes coquilles que l'argile qui se trouve au-dessus. Comme cet enfoncement est situé à la limite de la haute mer, il est généralement couvert de galets; mais, la mer ayant envahi cet endroit pendant plus d'une semaine ce mois-ci (août 1851), elle a balayé plusieurs verges de galets et de la falaise, et laissé à découvert, pour la première fois depuis des années, cette singulière variation dans la couche.

Dix-septième couche. — Son épaisseur est d'environ 20 pieds. Elle est entièrement formée de sables d'une couleur très variable. Elle commence à environ 100 verges à l'est de *Mead-End*, mais comme elle est généralement couverte des sables du rivage, il est rarement facile de la suivre. A son origine, sa couleur est d'un gris verdâtre, très semblable à la nuance des argiles qui sont au-dessus; mais bientôt cette couleur change, et devient de plus en plus claire, jusqu'à ce qu'après avoir passé *Mead-End* elle soit changée en jaune clair, coupé de bandes de sable teint de fer, avec de petites taches de gris, qui sont remplies de coquilles. Les 5 premiers pieds de sable sont remplis de coquilles, mais non en lignes; cette épaisseur va en diminuant, jusqu'à ce que, à environ les trois quarts de la longueur de la couche, la partie fossilifère en sorte entièrement. On y trouve des dents de *Lamna*, de *Myliobates*, d'*Elobates*, des débris de *Crocodile*, de *Trionyx*, de *Chelone*, mais dans un tel état de fragilité, qu'il est difficile de les sauver. Néanmoins, j'ai un très beau petit *Trionyx* (*rivosus*) trouvé en cet endroit, et mon collectionneur a rencontré des os de Mammifères, mais

trop brisés pour pouvoir être conservés. Les coquilles qu'on voit dans cette couche sont clairement *fluvio-marines* : ce sont des *Potamides*, des *Potamomya*, des *Natica*, des *Ampullaria* et des *Bulla*, etc., etc.

C'est ici que se terminent les couches d'*Hordle*, ou couches d'eau douce ; la suivante est la première de la série marine de *Barton*.

Séance du 16 février 1852.

PRÉSIDENCE DE M. D'OMALIUS D'HALLOY.

M. Delesse, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite quatre présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, janvier 1852 ; in-4.

De la part de M. Boutiot, *Études sur le forage projeté d'un puits artésien à Troyes*. (Extr. des *Mém. de la Soc. acad. de l'Aube*) ; in-8, 56 p., 2 pl. Troyes, 1852, chez Bouquot.

De la part de M. J.-B. Dalmas, *La Cosmogonie et la Géologie basées sur les faits physiques, astronomiques et géologiques qui ont été constatés et admis par les savants du XIXe siècle, et leur comparaison avec la formation des cieux et de la terre selon la Genèse ;* in-8, 213 p., 9 pl. Lyon, 1852, chez Louis Perrin.

De la part de M. Delesse, *Mémoires sur la constitution minéralogique et chimique des roches des Vosges* (Extr. des *Ann. des mines*, 4e sér., tom. XVIII, 1850) ; in-8, p. 309 à 356.

De la part de M. Leymerie, *Note sur le plan en relief des Pyrénées de la Haute-Garonne entrepris par M. Lezat* (Extr. des *Mém. de l'Acad. des sc. de Toulouse*) ; in-8, 7 p. Toulouse, 1851, chez Douladoure.

Note sur un Antracotherium magnum *découvert à Moissac* (*Tarn-et-Garonne*), *et sur l'âge géologique de cette partie du*

bassin sous-pyrénéen (Extr. des *Mém. de l'Acad. des sc. de Toulouse*); in-8, 7 p. Toulouse, 1851, chez Douladoure.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1852, 1er sem., nos 5 et 6; in-4.

L'Institut, 1852, nos 944 et 945; in-4.

Annuaire de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. Paris, 1852; in-4.

Bulletin de la Société des sciences, belles-lettres et arts du dép. du Var, XIXe année. No 2. Toulon, 1851, chez Aurel.

Sitzungsberichte, etc. (Bulletin des séances de l'Académie impériale des sciences de Vienne. Classe des sciences mathématiques et naturelles), année 1851, vol. VII, 1er et 2e cah., nos 6 et 7; in-8.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouvel annuaire de minéralogie, de géognosie et de géologie, de MM. Leonhard et Bronn); année 1851, 7e cah.; année 1852, 1er cah.; in-8.

The Athenæum, 1852, nos 1267 et 1268; in-4.

Compte des recettes et des dépenses effectuées pendant l'année 1851 *pour la Société géologique de France*, présenté par M. Ed. de Brimont, trésorier.

RECETTE.

DÉSIGNATION des chapitres de la recette.	Nos des articles.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget.	RECETTES effectuées.	Augmentation.	Diminution.
§ 1. Produits ordinaires des réceptions.	1	Droits d'entrée et de diplôme.	500 »	620 »	120 »	» »
	2	Cotisations de l'année courante.	8,500 »	8,340 »	» »	160 »
§ 2. Produits extraord. des réceptions.	3	Cotisations des années précédentes	1,500 »	1,690 »	190 »	» »
	4	Cotisations des années anticipées.	300 »	320 »	20 »	» »
	5	Cotisations une fois payées.	600 »	1,200 »	600 »	» »
§ 3. Produits des publications.	6	Vente de Bulletins.	600 »	1,171 50	571 50	» »
	7	Vente de Mémoires.	1,000 »	663 »	» »	337 »
	8	Vente de cartes coloriées.	20 »	12 »	» »	8 »
	9	Vente de l'Histoire des progrès de la géologie.	1,300 »	2,544 35	1,244 35	» »
§ 4. Recettes diverses.	10	Arrérages de Rentes sur l'État, 5 °/°.	1,585 »	1,624 »	39 »	» »
	11	Arrérages de Rentes sur l'État, 3 °/°.	32 »	85 50	53 50	» »
	12	Allocation de M. le ministre de l'instruction publique	1,000 »	1,000 »	» »	» »
	13	Recettes imprévues.	100 »	21 50	» »	78 50
	14	Remboursement de frais de mandats.	25 »	» »	» »	25 »
	15	Recettes extraordinaires relatives au Bulletin.	50 »	» »	» »	50 »
		Totaux des recettes.	17,112 »	19,291 85	2,838 35	658 50
§ 5. Solde du compte précédent.	16	Reliquat en caisse au 31 décembre 1850.	1,759 65	1,759 65		
		Totaux de la recette et du reliquat en caisse.	18,871 65	21,051 50		

COMPARAISON.

La Recette présumée était de.	18,871	65
La Recette effectuée est de.	21,051	50
Il y a augmentation de Recette de.	2,179	85

DÉPENSE.

DÉSIGNATION des chapitres de la dépense.	Nos des articles.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget.	DÉPENSES effectuées.	Augmentation.	Diminution.
§ 1. Personnel.	1	Agent : son traitement	1,800 »	1,800 »	» »	» »
	2	Agent : travaux auxiliaires	300 »	300 »	» »	» »
	3	Agent : gratifications	200 »	200 »	» »	» »
	4	Garçon de bureau : ses gages	800 »	800 »	» »	» »
	4b	Garçon de bureau : gratification	100 »	100 »	» »	» »
§ 2. Frais de logement.	5	Loyer, contributions, assurances	1,250 »	1,280 75	30 75	» »
	6	Chauffage, éclairage	500 »	509 55	9 55	» »
	7	Dépenses diverses	200 »	228 45	28 45	» »
§ 3. Frais de bureau.	8	Ports de lettres	200 »	157 »	» »	43 »
	9	Impressions d'avis, circulaires	150 »	181 »	31 »	» »
§ 4. Encaissements.	10	Change et timbre de mandats	150 »	10 60	» »	139 40
	11	Mobilier	100 »	160 50	60 50	» »
§ 5. Matériel.	12	Bibliothèque	600 »	670 30	70 30	» »
	13	Collections	50 »	13 »	» »	37 »
§ 6. Publications.	14	Bulletin : texte et planches	5,000 »	5,261 50	261 50	» »
	15	Bulletin : port	1,000 »	891 35	» »	108 65
	16	Histoire des progrès de la géologie	3,400 »	2,742 55	» »	657 45
§ 7. Placement de capitaux	17	Mémoires : achat d'exemplaires	2,000 »	1,500 »	» »	500 »
	18	Mémoires : dépenses supplémentaires	150 »	116 25	» »	33 75
	19	Mémoires : cartes coloriées	25 »	5 75	» »	19 25
	20	Achat de Rentes sur l'État (placement des cotisations à vie)	700 »	1,174 60	474 60	» »
§ 8. Dépenses imprév.	21	Avances remboursables	100 »	15 50	» »	84 50
			18,775 »	18,118 65	966 65	1,623 »

COMPARAISON.

La Dépense présumée était de	18,775	»
La Dépense effectuée est de	18,118	65
Il y a une diminution de	656	35

RÉSULTAT GÉNÉRAL ET SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1851.

La Recette totale étant de	21,051	50
Et la Dépense totale étant de	18,118	65
Il reste en caisse audit jour	2,932	85

MOUVEMENT DES COTISATIONS UNE FOIS PAYÉES ET DES PLACEMENTS DE CAPITAUX.

		NOMBRE DES COTISATIONS.	VALEURS. fr.	c.
Recette	antérieurement à 1851...	86	25,800	»
	pendant l'année 1851.....	4	1,200	»
	Totaux.....	90	27,000	»
Legs Roberton.....			12,600	»
Total des capitaux encaissés.			39,600	»

PLACEMENTS EN RENTES.

	fr.	c.		
1,585 fr. de rentes 5 o/o acquises antérieurement à 1851...	37,839	70	39,509	30
32 fr. de rentes 3 o/o acquises antérieurement à 1851.	495	»		
61 fr. de rentes 3 o/o acquises pendant 1851.....	1,174	60		
1,678 fr. de rentes. — Excédant de la recette sur la dépense.....			90	70

MOUVEMENT DES ENTRÉES ET DES SORTIES DES MEMBRES.

Au 31 décembre 1850, les membres maintenus sur les listes officielles comme devant contribuer aux dépenses de 1851 s'élevaient au nombre de 503, dont :

421 membres payant cotisation annuelle } ci . . 503
82 membres à vie . . . . . }

Les réceptions, du 1er janvier au 31 décembre 1851, sont montées à 37

En plus, 4 nouveaux membres à vie. 4

Total. . . . 544

A déduire pour cause de décès, démissions et radiations. 59 (1)

Le nombre des membres inscrits sur les registres au 1er janvier 1852, s'élève à { 84 à vie / 401 cotisations } 485

(1) Dans ce chiffre de 59 se trouvent compris, outre les décès, des démissionnaires de 1849 et 1850 qui n'ont donné avis officiel de leur démission qu'après avoir reçu cinq ou six lettres de rappel pour cotisations arriérées.

M. Viquesnel, rapporteur de la commission des comptes, lit le rapport suivant :

Rapport sur la gestion du trésorier pendant l'année 1851.

Messieurs,

J'ai l'honneur de vous présenter le rapport de la commission chargée de vérifier les comptes du trésorier, et qui se compose de MM. Damour, Hébert et moi.

RECETTE.

La recette s'est élevée à 19,291 fr. 85 c.; à quoi il faut ajouter un reliquat en caisse de 1,759 fr. 65 c.; total : 21,051 fr. 50 c. Elle avait été portée au budget pour une somme totale de 18,871 fr. 65 c. La recette effectuée présente donc, sur les prévisions, une augmentation de 2,179 fr. 85 c.

Notre dernier rapport (voyez *Bulletin*, t.VIII, p. 223 et suiv.) renferme des considérations qui ont pour but de mettre en regard les recettes actuelles et les recettes des années précédentes. Chacun de nous peut, en se reportant à ce document, apprécier la cause et l'importance des modifications amenées par différentes circonstances. Nous nous contenterons de présenter ici les trois rapprochements suivants :

1° La recette totale de 1851 dépasse de 980 fr. 05 c. celle de 1850; mais si l'on fait abstraction des reliquats en caisse provenant des exercices précédents, on trouve que la recette effectuée l'année dernière offre une diminution de 212 fr. 55 c. sur celle de 1850. Cet abaissement relatif perd toute importance, si l'on réfléchit que les *cotisations arriérées* ne sont montées qu'à 1,690 fr., tandis qu'en 1850 elles ont atteint le chiffre énorme et tout à fait exceptionnel de 3,930 fr.

2° Les deux articles intitulés : *cotisations de l'année courante* et *cotisations anticipées*, ont produit ensemble, de 1845 à 1847, une rentrée moyenne de 10,500 fr. Les mêmes articles se sont élevés, en 1850, à 8,285 fr.; en 1851, à 8,660 fr.

3° Le nombre des réceptions a été de 23 en 1848; de 22 en 1849; de 32 en 1850. Il s'est élevé l'année dernière à 43;

par conséquent il a atteint la moyenne des exercices antérieurs à 1848.

Ces rapprochements nous autorisent à dire que la Société tend à remonter au degré de prospérité où elle était parvenue à la fin de 1847.

§§ I et II. *Produits ordinaires et extraordinaires des réceptions.*

Sur les cinq articles dont se composent ces deux paragraphes, quatre articles offrent une augmentation; un seul a subi une diminution. Les augmentations portent sur les articles suivants :

Art. 1er. *Droits d'entrée et de diplôme.* . . .	120 fr.
Art. 3. *Cotisations arriérées.*	190
Art. 4. *Cotisations anticipées.*	20
Art. 5. *Cotisations une fois payées.*	600
Total des augmentations. . .	930 fr.

A déduire pour diminution :

Art. 2. *Cotisations de l'année courante.* . . .	160 fr.
Il reste pour augmentation sur les §§ I et II. .	770 fr.

Art. 1er. Les réceptions, plus nombreuses qu'on ne l'avait espéré, ont amené l'augmentation que vous observez.

Art. 2, 3, 4 et 5. Deux cotisations une fois payées avaient été prévues au budget. Il en est rentré quatre, dont le montant a été placé en rentes sur l'État, conformément aux statuts de la Société.

§ III. *Produit des publications.*

Deux articles de ce paragraphe ont éprouvé de l'augmentation :

Art. 6. *Vente de Bulletins.*	571 fr. 50 c.
Art. 9. *Vente de l'Histoire des progrès de la géologie.*	1,244 35
Total des augmentations. . . .	1,815 fr. 85 c.

	Report.	1,815 fr. 85 c.

Les deux autres articles ont subi une diminution :

Art. 7. *Vente de Mémoires.* . .	fr. 337	345 »
Art. 8. *Vente de cartes coloriées.* .	8	
Il reste pour augmentation sur le § III.		1,470 fr. 85 c.

Art. 6. L'augmentation considérable que présente la vente du *Bulletin* a pour cause l'écoulement inusité de plusieurs collections complètes de la première série, qui s'est opéré par la voie des libraires. Les achats faits par les membres ne figurent dans la recette que pour une somme de 155 fr. ; tandis qu'en 1850 ils avaient produit une rentrée de 258 fr.

Art. 7 et 8. Le retard involontaire, apporté à la publication de la deuxième partie du tome IV des *Mémoires*, n'a pas permis de vendre le nombre d'exemplaires qui avait servi de base aux évaluations du budget; il est vrai que la même cause a réduit de 500 fr. la somme votée pour les achats d'exemplaires. La diminution de la recette se trouve donc compensée par une diminution de dépense relative aux *Mémoires*.

Art. 9. L'augmentation de 1,244 fr. 35 c. que vous observez sur la vente de l'*Histoire des progrès de la géologie* atteste le succès mérité qu'obtient partout cet important ouvrage.

La vente de l'exercice expiré porte sur 562 exemplaires; elle a produit 2,544 fr. 35 c., savoir :

T. 1er. . .		12 exempl. vendus aux membres. . .	fr. 60 »	351 »
		50 exempl. vendus aux libraires. . .	291 »	
T. II.	1re part.	31 exempl. vendus aux membres. . .	77 50	345 25
		71 exempl. vendus aux libraires. . .	267 75	
	2e part.	45 exempl. vendus aux membres. . .	112 50	433 50
		80 exempl. vendus aux libraires . . .	321 »	
A reporter.		289		fr. 1,129 75

Report. 289			fr. 1,129 75
T. III. . .	163 exempl. vendus aux membres. . .	825 »	1,414 60
	110 exempl. vendus aux libraires. . .	589 60	
	562 exempl. ayant produit		fr. 2,544 35

La vente de 1847 à 1850 comprend 764 exemplaires, plus 2 exemplaires du tome III payés avant sa publication; ensemble 766 exemplaires. Elle a fourni une recette de 2,839 fr. Si l'on y ajoute celle du dernier exercice, on trouve que la vente totale monte à 1,328 exemplaires, ayant produit une somme de 5,383 fr. 25 c., et se compose de la manière suivante :

T. Ier. . .	46 exempl. vendus aux membres. . .	fr. 230 »	1,366 »
	169 exempl. vendus aux libraires. . .	1,136 »	
T. II. 1re part.	285 exempl. vendus aux membres. . .	712 50	1,372 25
	161 exempl. vendus aux libraires. . .	659 75	
T. II. 2e part.	253 exempl. vendus aux membres. . .	632 50	1,220 50
	139 exempl. vendus aux libraires. . .	588 »	
T. III. . .	165 exempl. vendus aux membres. . .	835 »	1,424 50
	110 exempl. vendus aux libraires. . .	589 50	
	1,328 exempl. ayant produit		fr. 5,383 25

Les allocations ministérielles s'élèvent à 6,000 fr.; mais l'allocation du dernier exercice doit être considérée comme applicable à la publication du tome IV qui devait paraître vers la fin de l'année. Il reste 5,000 fr. relatifs au trois premiers volumes, ci. . . . . fr. 5,000 »

Total de la recette. . . . fr. 10,383 25

Report.			fr. 10,383 25
La dépense occasionnée par la publication des trois premiers volumes (voir l'art. 16 de la dépense du présent rapport) monte à.			fr. 12,587 35
Différence. . .			fr. 2,204 10
La dépense payée à valoir sur la publication du tome IV (voir l'art. 16 de la dépense du précédent rapport) est de. . . . fr. 1,214 25			
A déduire :			
1° Allocation ministérielle de 1851. . . . . fr. 1,000			
2° Vente faite en 1850 de 2 exemplaires des tomes IV et V non encore publiés. fr. 20		1,020 »	
Différence. . .		194 25	194 25
Découvert de la Société au 31 décembre dernier.			2,398 35

La totalité des dons faits par la Société s'élève à 483 exemplaires, savoir :

T. Ier	A des membres qui ont acquitté la cotisation de 1847.	334	374 exempl.
	A des sociétés savantes. . . .	40	
T. II.	1re part. A des sociétés savantes. .	40	74 exempl.
	2e part. A des sociétés savantes. .	34	
T. III.	A des sociétés savantes.		35 exempl.
Total des dons au 31 décembre dernier.			483 exempl.

§ IV et § V. *Recettes diverses et solde du compte précédent.*

Les sept articles qui composent ces deux paragraphes présentent des différences insignifiantes, qui se balancent par une diminution de 61 fr.

Résumé de la recette.

En définitive, les augmentations de la recette, s'élevant à 2,838 fr. 35 c., portent principalement sur les *cotisations une*

fois payées, sur la *vente du Bulletin* et sur la *vente de l'Histoire des progrès de la géologie*. Les diminutions, montant à 658 fr. 50 c., proviennent en grande partie de la *vente de Mémoires*.

DÉPENSE.

La dépense totale a été prévue au budget pour 18,775 fr.; elle ne s'est élevée en réalité qu'à 18,118 fr. 65 c. Diminution : 656 fr. 35 c.

§ I, § II et § III. *Personnel, frais de logement et frais de bureau.*

Les différences, en plus et en moins, relatives à ces trois paragraphes, se traduisent par un augmentation de 56 fr. 75 c. sur les prévisions du budget.

Nous signalons avec plaisir l'habitude que contractent tous les membres d'affranchir les lettres qu'ils adressent à la Société; l'économie résultant de cette habitude laisse une plus forte somme applicable à nos diverses publications.

§ IV. *Encaissements.*

Art. 10. La généralisation du mode de recouvrement actuellement en usage a produit la diminution de 139 fr. 40 c. que vous observez sur cet article. Nos collègues résidant hors de Paris, soit en France, soit à l'étranger, adressent aujourd'hui directement au trésorier, et sans frais pour la Société, leurs cotisations annuelles. Ils ont compris qu'en entrant dans cette nouvelle voie, ils permettent à la Société de consacrer aux publications la somme assez importante qui, autrefois, était employée, sans aucun profit pour la science, à payer des frais d'encaissement (1).

(1) Les membres résidant à l'étranger sont priés d'envoyer au trésorier des mandats pris chez des banquiers; les membres qui habitent en France sont priés d'adresser des mandats pris, soit à la poste, soit chez les receveurs généraux, ou chez des banquiers.

§ V. *Matériel.*

Deux articles de ce paragraphe ont éprouvé une augmentation : le dernier a subi une diminution. En définitive, les dépenses du *matériel* ont dépassé de 93 fr. 80 c. les prévisions du budget.

Art. 11, 12 et 13. Nous n'avons aucune observation à faire sur le *mobilier* ni sur les *collections*. Nous nous contentons de fixer votre attention sur les dépenses entreprises dans l'intérêt de la conservation de notre précieuse *bibliothèque*. Depuis longtemps on sentait la nécessité de réunir en album ou de faire coller sur toile notre collection de cartes, et de faire cartonner ou relier un grand nombre de brochures et d'ouvrages importants. Plus heureux que ses devanciers, l'archiviste actuel a pu commencer cette mesure devenue bien urgente; il est à désirer que l'état de nos finances lui permette de la mener à bonne fin, pendant le cours de ses fonctions.

§ VI. *Publications.*

Sur les six articles dont ce paragraphe se compose, cinq sont restés au-dessous des prévisions; un seul les a dépassées. Les diminutions portent sur les articles suivants :

Art. 15. *Port du Bulletin.*	108 fr.	65 c.
Art. 16. *Histoire des progrès de la géologie.*	657	45
Art. 17. *Mémoires (achat d'exemplaires).*	500	»
Art. 18. *Mémoires (dépenses supplément.).*	33	75
Art. 19. *Mémoires (cartes coloriées).* . . .	19	25
Ensemble. . . .	1,319 fr.	10 c.
A déduire pour augmentation :		
Art. 14. *Bulletin.*	261 fr.	50 c.
Il reste pour diminution sur le § VI. .	1,057 fr.	60 c.

Art. 14. Nous vous avons signalé l'année dernière l'extension insolite donnée aux frais de cartes, planches et gravures sur bois qui accompagnent le *Bulletin*. Ces objets qui, suivant les circonstances, ne figurent dans les évaluations de dépens

du *Bulletin* que pour une somme de 500 à 700 fr., c'est-à-dire pour la dixième partie de la dépense totale, sont montés en 1850 à 1,146 fr., et l'année dernière à 1,279 fr. 75 c. La planche représentant la vue du grand Ararat, par exemple, a coûté 252 fr. 10 c. Ce genre de dépense se compose de la manière suivante :

1° Gravures de planches.	307 fr.	85 c.
2° Papier et tirage.	656	90
3° Gravures sur bois intercalées dans le texte et tirées en même temps. .	315	»
Total des planches et gravures. . . .	1,279 fr.	75 c.

Les gravures ajoutent sans doute beaucoup d'intérêt aux communications, et les auteurs trouveront toujours la commission du *Bulletin* et le secrétaire disposés à contribuer à l'illustration de leurs travaux dans des proportions en rapport avec l'état de nos finances, mais ils ne peuvent pas espérer que la Société se montrera aussi libérale, lorsque les communications reprendront l'importance qu'elles avaient les années précédentes. Si l'on contractait l'habitude de dépasser les prévisions du budget, on se verrait exposé, à la fin de l'année, à ne pouvoir pas publier une partie des matériaux présentés dans les dernières séances.

Nous avons fait connaître, dans notre dernier rapport, les réclamations qui se sont élevées à l'occasion de la publication du *Bulletin;* en même temps nous avons mentionné l'empressement de votre dernier secrétaire à mettre au courant les volumes arriérés. Avant de sortir d'exercice, ce fonctionnaire a terminé depuis longtemps le tome VII ; il a publié, à l'exception d'une demi-feuille, qui vous sera prochainement distribuée, la totalité des séances ordinaires composant le tome VIII et le commencement du tome IX. Son successeur attend, pour achever le tome VIII, le procès-verbal de la séance extraordinaire tenue en septembre dernier à Dijon, qui ne lui est pas encore parvenu. Le retard que peut éprouver la publication de ce procès-verbal ne saurait lui être attribué.

Art. 15. L'ajournement de communications faites en juin, demandé par leurs auteurs, a réduit le nombre de feuilles à

expédier, et occasionné une diminution de frais de *port du Bulletin*.

Art. 16. La gravure et le coloriage des planches jointes au tome IV de l'*Histoire des progrès de la géologie* ont reporté au mois de janvier la publication de ce volume, qui devait paraître à la fin de novembre ou au commencement de décembre. De là vient la diminution que vous observez sur cet article.

Nous avons établi plus haut le résultat de la recette provenant de la vente de l'important ouvrage de M. d'Archiac ; nous croyons devoir suivre la même marche pour la dépense.

La dépense faite l'année dernière monte à 2,742 fr. 55 c., et concerne les volumes suivants :

Tome Ier. . . . . fr.	26 »	2,742 fr. 55 c.
Tome III.	1,502 30	
Tome IV.	1,214 25	

En réunissant cette somme à celle des exercices précédents, on arrive aux résultats suivants :

Tomes I et II. . . . fr.	8,612 25	12,587 fr. 35 c.
Tome III.	3,975 10	
Tome IV.		1,214 25
Total de la dépense au 31 décembre dernier.		13,801 fr. 60 c.

Il nous reste près de 2,000 fr. à payer pour solder le tome IV ; ce qui portera le prix coûtant des quatre volumes publiés jusqu'à ce jour, à environ 15,800 fr. Nous avons dit précédemment que la totalité de la recette s'élevait, au 31 décembre dernier, à 11,403 fr. 25 c., et qu'à la même époque la Société se trouvait à découvert seulement de 2,398 fr. 35 c.

Nos avances monteraient environ à 4,400 fr., si la publication du tome IV avait eu lieu avant la fin de l'année dernière.

Art. 17, 18 et 19. Ainsi que nous l'avons déjà fait observer à l'article 7 de la recette, la diminution que présentent les *achats d'exemplaires des Mémoires* résulte du retard apporté à la publication de la première partie du tome IV.

§ VII. *Placement de capitaux.*

Art. 20. La somme prévue au budget pour *achat de rente sur l'État* représentait le placement de deux cotisations une fois payées. Il en est rentré quatre; de là vient l'augmentation de 474 fr. 60 c. que présente cet article.

Parmi les 90 membres qui ont acquitté ce genre de cotisation, huit sont aujourd'hui décédés.

§ VIII. *Dépenses imprévues.*

Art. 21. Les avances accidentelles que la Société est appelée quelquefois à faire figurent, lorsque vient le remboursement, à l'article 15 de la recette. Elles offrent une diminution de 84 fr. 50 c.

Résumé de la dépense.

En définitive, les augmentations s'élevant ensemble à 966, 65 c., portent principalement sur le *Bulletin* et les *placements de capitaux;* et les diminutions, montant à 1,623 fr., concernent en grande partie les *encaissements*, le *port du Bulletin*, l'*Histoire des progrès de la géologie* et les *Mémoires*.

CONCLUSIONS.

Notre dernier rapport vous signalait une grande amélioration dans la position financière de la Société. Vous venez de voir que cette amélioration a fait de nouveaux progrès pendant le cours du dernier exercice. Le reliquat existant en caisse au 31 décembre dernier, et montant à 2,932 fr. 85 c., est plus que suffisant pour solder les *dépenses* du tome IV de l'*Histoire des progrès de la géologie;* une partie de cette somme restera disponible pour contribuer aux publications de l'exercice où nous venons d'entrer.

L'actif de la Société vous est trop bien connu pour qu'il soit nécessaire d'en tracer ici le tableau. Nous nous contenterons de vous rappeler qu'elle possède 1,678 fr. de rentes sur l'État, un grand nombre de volumes de publications diverses qui pro-

duisent chaque année une recette importante; enfin une bibliothèque dont les précieux documents vous seront conservés par des mesures sagement dirigées.

Avant de terminer ce rapport nous vous proposons, messieurs, de voter des remerciements à M. Ed. de Brimont, dont les fonctions de trésorier sont arrivées à leur terme. Il a pris la gestion de vos affaires dans un moment difficile, il les a dirigées avec zèle, intelligence et beaucoup de prudence; il a puissamment contribué à obtenir les heureux résultats que nous vous avons signalés. Nous reconnaissons de plus que les comptes et les pièces à l'appui, parfaitement en règle, ont été déposés au secrétariat; et nous vous proposons de lui en donner décharge.

Nous devons encore déclarer que votre agent continue à mériter le juste tribut d'éloges que nous lui avons payé l'année dernière sur la manière dont il remplissait ses fonctions.

Auguste Viquesnel, *rapporteur*,
A. Damour, E. Hébert.

Après la lecture de ce rapport, M. le président adresse, au nom de la Société, des remerciements à M. Ruinart de Brimont ainsi qu'à M. Viquesnel.

M. Boutiot adresse à la Société une brochure intitulée : *Etudes sur le forage projeté d'un puits artésien à Troyes.*

M. Boutiot demande en outre qu'une commission, formée de membres de la Société, soit chargée de faire, au nom de la Société géologique, un rapport sur ce projet de forage.

M. Delesse fait observer que la Société géologique n'a pas tous les éléments nécessaires pour traiter une question industrielle de cette importance, et qu'en conséquence il y aurait de graves inconvénients à ce qu'elle prît la responsabilité d'un avis.

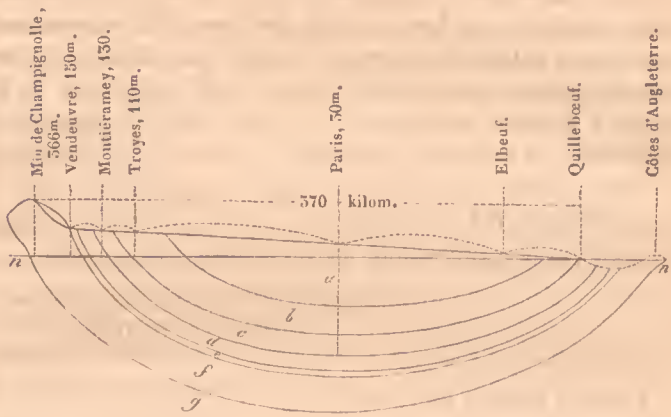
La Société, consultée par M. le président, décide qu'il n'y a pas lieu de donner suite à la demande de M. Boutiot.

M. Boubée et M. Laurent proposent à la Société d'émettre des avis sur les questions industrielles.

Cette proposition n'est pas adoptée par la Société; mais plusieurs membres font remarquer que rien ne s'oppose d'ail-

leurs à ce que des membres de la Société géologique donnent des avis individuels dont ils conserveront seuls la responsabilité.

Dans son travail intitulé : *Études sur le forage projeté d'un puits artésien à Troyes*, M. Boutiot donne la coupe ci-dessous, qui serait faite par un plan passant par Troyes et dans la direction du S.-E. au N.-E.



a terr. tert. du bassin de Paris.
b craie.
c grès verts, gault, ou green sand.
d sables et argiles bigarrés ou néocomiens.
e calcaire à spatangues ou néocomien.
f terrain jurassique. Etage portlandien.
g terr. jurassiq. Etage kimmeridgien.
nn niveau de la mer.

Les conclusions de son travail sont les suivantes :

Nous concluons :

1° Que nous n'avons reconnu pour un puits artésien aucune chance de succès dans la craie ;

2° Que, dans les grès verts, à une profondeur qui peut varier entre 160 et 200 mètres, on devra rencontrer une première nappe, qui donnera une colonne d'eau d'une certaine puissance, mais peut-être insuffisante pour satisfaire aux besoins de la ville de Troyes ;

3° Que, dans les sables néocomiens, à une profondeur de 200 à 250 mètres environ, l'eau devra être plus abondante et d'un jet plus puissant que dans les grès verts ;

4° Que, si les deux nappes des terrains déjà atteints par la sonde ne suffisent pas, le niveau du calcaire à spatangues, isolé

ou réuni à celui des couches jurassiques supérieures donnera, à une profondeur qui ne devra pas dépasser 300 mètres, un jet puissant et d'un produit abondant.

M. Clément Mullet présente à ce sujet les observations suivantes :

Tout en me réservant de discuter plus tard et plus largement le mémoire et les conclusions de M. Boutiot, je me contenterai pour le moment de dire que je ne puis partager entièrement ses conclusions. Ayant déjà discuté les chances de réussite du forage d'un puits artésien à Troyes, je déclare m'en référer à mon travail où j'ai établi que la couche aquifère du grès vert suffirait à elle seule pour fournir à la ville de Troyes une eau abondante. Je crois donc inutile d'aller plus bas chercher une couche aquifère, qui se trouverait sans doute aussi, mais à des profondeurs plus grandes que celles indiquées par M. Boutiot, puisque le plus généralement et surtout à Vendeuvre, point sur lequel s'appuie M. Boutiot, le calcaire à spatangues repose sans intermédiaire sur le calcaire jurassique, et que les sources de la Borse, autre puissant argument de M. Boutiot, s'élèvent par une faille bien clairement établie par la disposition des couches. D'où il résulte que les eaux de ces sources seraient celles recueillies par les couches kimmeridgiennes qui viendraient s'épancher par le jour que leur ouvre la faille. Ainsi le sondage ne devrait pas s'arrêter au terrain jurassique, mais il devrait encore y plonger jusqu'aux argiles de kimmeridge ce qui augmenterait singulièrement la dépense sans utilité. La preuve que ces eaux viennent d'un réservoir profond se tire encore de l'élévation de leur température au-dessus de celle des eaux des sources environnantes. M. Boutiot, qui s'est cru dispensé de citer mon travail et de le discuter, aurait dû se rappeler qu'il m'avait lui-même fourni des documents sur l'allure des eaux à Vendeuvre et sur leur température, ainsi que je l'ai dit du reste dans mon rapport sur une notice de M. Collet sur les eaux souterraines du département de l'Aube, imprimé dans les mémoires de la Société académique de l'Aube pour l'année 1848.

J'ai dit plus haut que le calcaire néocomien reposait immédiatement sur le portlandien dans le bas de Vendeuvre, parce que, dans les parties plus élevées, on trouve entre les deux calcaires des sables et argiles caractérisés, entre autres au Maguyfouchon, par l'*Exogyra falciformis*, ainsi que je l'avais constaté vers 1831 avec M. Michelin et plus tard avec M. Leymerie.

M. Delesse, secrétaire, lit la notice suivante, qui lui a été transmise par M. Ébelmen, et qui est relative aux observations de M. Delanoüe. (Voir *Bulletin*, 2e sér., t. IX, p. 159.)

Les observations de M. Delanoüe ne portent que sur un seul point du travail que j'ai présenté le 22 décembre dernier à l'Académie des sciences. Je regrette de n'avoir pas été présent à la séance de la Société pour y répondre. Si mon mémoire, dont un extrait seulement a été inséré dans les comptes rendus, eût été publié en totalité, je crois qu'il aurait résolu, d'une manière satisfaisante, les objections faites par M. Delanoüe. Je demande donc la permission d'indiquer ici avec quelques détails, les conditions de mon expérience.

Il y a bien longtemps effectivement qu'on a remarqué les colorations variées que présentent les calcaires jurassiques dans l'étendue d'une même couche. J'ai cherché dans divers auteurs, et notamment dans le tome II de l'explication de la carte géologique de la France, si on avait donné une explication de la disposition lenticulaire si fréquente que présentent les parties bleues au milieu du fond jaunâtre de la roche. Je n'ai trouvé nulle part la raison de ce fait, telle que je l'ai donnée. Mais j'admettrai bien volontiers qu'elle a dû se présenter depuis longtemps à l'esprit des personnes qui ont examiné les roches.

Voyons maintenant à quelle cause il faut attribuer la coloration bleue.

J'ai dit dans mon mémoire que mes expériences n'avaient été faites, jusqu'à présent, que sur le calcaire bleu du *corn-brash*. J'en ai examiné deux échantillons, l'un du territoire de Besançon, l'autre des carrières de Banne-les-Dames. La coloration bleue que ces calcaires présentent est tellement semblable à celle qu'on observe dans une foule d'autres couches calcaires, qu'il me paraît extrêmement probable que la coloration est produite dans tous les cas par la même matière. J'ai cherché à l'isoler de la manière suivante :

Si l'on traite un morceau de calcaire bleu par l'acide chlorhydrique étendu et froid, on dissout toute la partie calcaire et l'on isole un limon noir qu'il est facile de recueillir. On le jette sur un filtre, on le lave avec soin et on le dessèche. L'acide carbonique qui se dégage pendant la dissolution du calcaire possède une odeur bitumineuse très prononcée, mais il ne contient pas de traces d'acide sulfhydrique.

Le rendu noir forme les 2/100 du poids du calcaire. J'ai cru d'abord qu'il renfermait une matière organique combustible, analogue aux bitumes secs. Il est amorphe et inaltérable à l'air.

C'est en l'examinant de plus près que j'ai changé d'opinion sur sa nature. Voici les caractères chimiques de cette substance.

Elle est inattaquable par l'acide chlorhydrique, même concentré et chaud. L'acide nitrique et l'eau régale l'attaquent au contraire assez aisément; et la liqueur contient du peroxyde de fer et de l'acide sulfurique. Il reste comme résidu une matière argileuse très peu colorée.

Calcinée dans un tube fermé par un bout, elle donne de l'eau et un sublimé jaune brun reconnaissable, qui est du soufre. La matière qui reste dans le tube est noire. Elle s'attaque aisément par l'acide chlorhydrique avec dégagement d'acide sulfhydrique. La liqueur renferme du protochlorure de fer.

J'ai analysé la substance noire en la traitant par le nitre et la potasse pure au creuset d'argent, reprenant par l'eau et l'acide chlorhydrique, séparant la silice, puis précipitant l'acide sulfurique par le chlorure de barium. L'excès de baryte ayant été séparé par l'acide sulfurique, j'ai dosé l'alumine, le fer et la magnésie renfermés dans la liqueur par les moyens ordinaires.

J'ai admis, pour calculer les résultats de l'analyse, que le soufre était renfermé dans la matière à l'état de bi-sulfure de fer. Le reste du fer a été transformé en peroxyde. Voici les nombres obtenus :

Silice.		51,8
Alumine.		21,9
Magnésie.		3,1
Peroxyde de fer.		6,6
Bi-sulfure de fer	soufre, 5,33 / fer, 4,90	10,2
Eau et matières organiques. . .		6,4
		100,0

La perte par le grillage, d'après cette analyse, devrait être de 9,6 pour 100, si l'on suppose le fer transformé en peroxyde et tout le soufre éliminé. Une expérience directe m'a donné le nombre 10,2 pour représenter la perte due au grillage. La matière grillée était d'un rouge foncé. La matière noire présente donc la composition d'une argile mélangée de bi-sulfure de fer dans un état de division extrême. Le sublimé de soufre qu'elle donne à la distillation et son inaltérabilité par l'acide chlorhydrique ne per-

mettent pas d'y admettre l'existence du pro-tosulfure de fer, bien que sa couleur noire semble l'indiquer; mais je ferai remarquer qu'on a obtenu le bi-sulfure de fer en poudre noire, amorphe et inaltérable à l'air, c'est-à-dire avec des propriétés bien comparables à celles que j'ai signalées plus haut.

Le calcaire jaunâtre qui forme l'enveloppe des amandes bleues, traité par les acides affaiblis donne un dégagement d'acide carbonique tout aussi odorant que le gaz qui se dégage dans la dissolution des calcaires bleus; la partie bitumineuse n'a donc pas disparu pendant l'altération de la roche, tandis qu'on ne retrouve plus de sulfure dans le résidu de la dissolution qui ressemble entièrement à de l'ocre jaune.

La matière colorante paraît s'être concentrée dans les oolites. Celles-ci se détachent ordinairement en bleu noir sur le fond compacte de la roche qui est d'un gris clair.

Je crois être dans le vrai en attribuant au soufre la coloration bleue des calcaires que j'ai examinés, et tout paraît indiquer que le soufre s'y trouve en combinaison avec le fer à l'état de bi-sulfure. J'attendrai cependant, pour me prononcer positivement sur l'état de combinaison du soufre dans ces matières, que j'aie examiné d'autres roches où la substance colorante soit plus abondante et plus pure.

La formation du sulfure de fer est du reste un phénomène naturel bien plus commun que M. Delanoüe ne paraît le penser. Toutes les fois que des matières organiques en décomposition se trouvent en contact avec de l'oxyde de fer et des sulfates en dissolution, à l'abri de l'action oxydante de l'air, il y a formation de pyrite ou de proto-sulfure de fer. La boue noire des égouts de Paris renferme, d'après M. Braconnot, beaucoup de sulfure de fer. Il suffit du reste de mettre dans un flacon plein d'eau quelques morceau de bois, un peu d'ocre jaune et du sulfate de chaux, pour qu'il se forme après quelques semaines, dans le fond du flacon bien fermé, un dépôt noir de proto-sulfure de fer.

Je citerai un dernier exemple de la formation du sulfure de fer. La pâte à porcelaine qu'on prépare à la manufacture de Sèvres devient d'un bleu noir quand elle a été conservée pendant longtemps dans l'eau. L'eau dont on se sert contient des matières organiques et du sulfate de chaux dissous. La coloration noire disparaît quand on expose la pâte au contact de l'air. Si l'on introduit la pâte noire sous une cloche remplie d'oxygène sur la cuve à mercure, il y a formation d'acide carbonique. On avait conclu de cette dernière expérience que la coloration noire était

due à du charbon très divisé ou à une matière organique noire pouvant disparaître dans l'oxygène à la température ordinaire. Mais j'ai reconnu que la pâte noire se décolorait complétement par l'acide chlorhydrique étendu, avec dégagement d'hydrogène sulfuré et qu'elle se comportait comme un mélange d'argile avec une petite proportion de sulfure de fer. Le dégagement d'acide carbonique qui a lieu dans l'oxygène s'explique du reste très aisément. Le proto-sulfure de fer se change en sulfate et celui-ci réagissant sur le carbonate de chaux contenu dans la pâte (1) en dégage de l'acide carbonique et forme du sulfate de chaux. Il suffit de traces de fer dans l'argile du kaolin pour que la coloration noire se produise avec une grande intensité.

M. Delesse communique la note suivante sur une excursion dans laquelle il a observé, avec MM. Lebrun et Carrière, la présence de lambeaux de calcaire dans le grès rouge des environs de Saint-Dié (Vosges).

A partir de l'église de Saint-Jean d'Ormont, la route qui conduit à Saint-Dié se développe en lacets, sur une pente très abrupte; si l'on quitte cette route pour pénétrer dans le ravin dit la Combe de la Fosse, on trouve à une centaine de pas un rocher qui a d'abord été découvert par le docteur Carrière et qui est formé de bancs calcaires d'une épaisseur de 3 à 4 mètres; au-dessous il y a 8 à 10 mètres d'assises de grès rouge, semblables à celles sur lesquelles est bâtie l'église de Saint-Jean d'Ormont, puis $0^m,50$ à $0^m,60$ de grès avec dolomie et enfin du grès rouge dont on ne connaît pas l'épaisseur et qui occupe tout le fond du ravin.

De l'autre côté du ravin, les mêmes couches ont été retrouvées, mais leurs épaisseurs sont un peu différentes : ainsi le grès avec dolomie superposé au grès rouge qui occupe le fond du ravin a $0^m,60$; puis on a 12 à 15 mètres d'assises de grès rouge, au-dessus desquelles il y a seulement quelques lambeaux isolés de calcaire ayant au plus une épaisseur de $0^m,50$.

Ce calcaire de la Combe de la Fosse est d'un rouge un peu brunâtre comme toutes les roches du grès rouge. Sa structure est tantôt compacte, tantôt saccharoïde : sa cassure est conchoïde. On y observe des taches noires ou rouges dues à des infiltrations

(1) La pâte de service de Sèvres contient 7 à 8 pour 100 de craie.

d'oxyde de manganèse ou d'oxyde de fer. Dans certains blocs il y a des veines d'une stéatite verdâtre qui est onctueuse au toucher.

Sous le marteau il dégage une odeur fétide et bitumineuse.

M. Lebrun a fait un essai de ce calcaire; il a constaté que 1 gramme dissous dans l'acide nitrique laisse un résidu qui pèse seulement 0gr,43, et qui est formé d'argile ainsi que de quartz. Il contient de la magnésie et un peu d'oxydes de fer et de manganèse, mais ce n'est cependant pas une dolomie.

Fig. 1. — Ravin dit la Combe de la Fosse.

Lorsqu'on revient à Saint-Jean d'Ormont en suivant le ruisseau d'Hurbache, on rencontre vers les premières maisons un calcaire C′ (voir fig. 2) identique avec celui C qui vient d'être décrit, mais qui est toutefois à 40 ou 50 mètres plus bas : il est d'ailleurs également recouvert par le grès rouge qui forme un escarpement abrupt à l'O. Les bancs de ce calcaire C′ du grès rouge présentent des fissures verticales très prononcées, ce qui permet de supposer qu'ils sont à peu près horizontaux ; cependant la différence de niveau des deux gisements de calcaire C et C′ qui viennent d'être mentionnés indique qu'ils sont séparés par une faille.

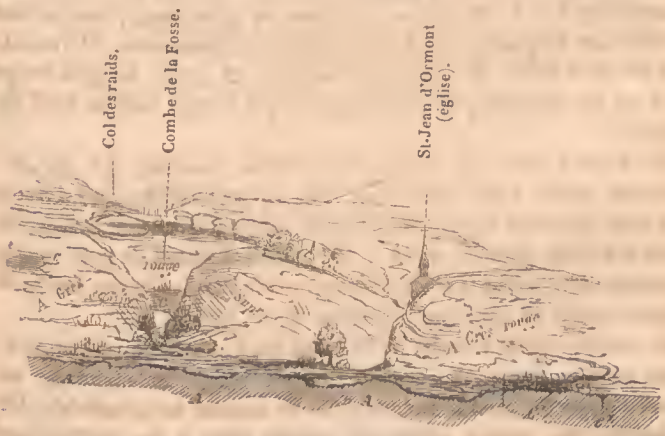


Fig. 2. — Saint-Jean d'Ormont.
C′ Calcaire du niveau du ruisseau d'Hurbache et au-dessous de C.
Échelle de 1/40000e pour les longueurs et de 1/10000e pour les hauteurs.

Jusqu'à présent on n'avait pas signalé de calcaire dans le grès

rouge des Vosges et la présence de ce calcaire est un fait assez important à constater à cause de l'analogie qu'il permettrait d'établir entre la partie supérieure du grès rouge des Vosges et entre le zechstein ou le calcaire magnésien (*magnesian limestone*).

M. Ch. Lory fait la communication suivante :

Coupes géologiques des montagnes de la Grande-Chartreuse (Isère), par M. Ch. Lory.

Le groupe des montagnes de la Grande-Chartreuse est une des parties des Alpes françaises qui méritent le plus de devenir classiques et d'être l'objet d'une description détaillée. Intéressantes par la variété des terrains qui les composent, par la puissance considérable de plusieurs d'entre eux, ces montagnes le sont encore par la grandeur et la complication de leurs accidents orographiques, par les bouleversements très énergiques, mais en même temps très réguliers, qui ont déterminé leur relief actuel. Depuis les mémorables recherches de M. Élie de Beaumont, c'est la contrée classique où l'on peut fixer l'époque du soulèvement des Alpes occidentales, qui a affecté toute la série des terrains jusqu'à la mollasse inclusivement, tandis que le terrain tertiaire supérieur s'est étendu en nappes horizontales au pied des chaînes et sur les tranches des couches redressées.

Les terrains composant ces montagnes peuvent être considérés comme bien connus maintenant; dans un travail récent, j'ai complété leur détermination en faisant connaître le développement et les caractères qu'y présentent les étages supérieurs de la série crétacée, jusqu'à la craie blanche inclusivement; j'ai en outre donné quelques détails sur le terrain néocomien, si puissant dans ces montagnes, sur le terrain jurassique qui lui sert de base et dont les assises supérieures disparaissent successivement quand on le suit de l'extérieur à l'intérieur des Alpes. En décrivant les coupes qu'accompagne cette notice, je trouverai plusieurs occasions de rappeler ces divers résultats.

Les coupes ci-jointes (pl. I) ont pour but de faire connaître, dans tous ses détails intéressants, la structure stratigraphique et orographique des chaînes composant le massif de la Grande-Chartreuse. Ce massif a la forme d'un parallélogramme de 6 à 7 lieues de long sur 5 de large; parallèlement à la direction des chaînes, il est compris entre la vallée de Graisivaudan et les collines tertiaires de Voiron et du Pont-de-Beauvoisin; perpendiculairement à cette direction il est limité par la gorge du Guiers-Vif, formant la fron-

tière de la Savoie, et par le cours de l'Isère, de Grenoble à Voreppe. Il se compose de crêtes et de dépressions à peu près parallèles, ayant en moyenne la direction N. 26° E., et qui doivent principalement leur existence à de grandes failles échelonnées de l'extérieur à l'intérieur des Alpes.

Les coupes sont faites à peu près perpendiculairement à la direction des chaînes, c'est-à-dire suivant des plans dirigés environ de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E. Elles ne sont pas rigoureusement parallèles, parce que, pour les rendre plus intéressantes et plus nettes, j'ai cru devoir les faire passer soit par les points culminants, soit par ceux où l'on observe le mieux des affleurements particuliers, des lambeaux de craie, par exemple ; ou bien parce que j'ai suivi, autant que possible, les coupes naturelles, entre autres celles que présentent les gorges du Guiers-Vif et du Guiers-Mort. Toutefois, une seule de ces coupes s'éloigne notablement de la direction O. 26° N. : c'est la coupe fig. 7, qui est faite suivant un plan dirigé à peu près à l'O. 14° N.

J'ai apporté dans le tracé de ces profils toute la précision que comporte l'échelle à laquelle ils sont exécutés. Les distances en projection horizontale ont été prises sur la carte de l'état-major; pour les hauteurs, j'ai pris les cotes portées sur cette carte et j'en ai déterminé d'autres avec le baromètre ; dans plusieurs endroits, au lieu de mesures de hauteurs, j'ai pris des mesures de pentes avec le sextant. L'échelle étant la même ($\frac{1}{80000}$) pour les hauteurs et pour les distances en projection horizontale, ces coupes représentent aussi fidèlement que possible les lieux auxquels elles se rapportent, sauf l'exagération que l'on donne toujours forcément à certains traits caractéristiques pour les faire plus nettement ressortir. J'ai exploré pas à pas ces montagnes et notamment tous les lieux par où passent ces coupes; sur tous les points accessibles, je crois pouvoir répondre de la nature et de la position des couches; et quant à leurs inflexions souterraines, je crois les avoir figurées avec toute la probabilité dont ce genre de représentation est susceptible.

Dans toutes ces coupes, la base de la figure représente le niveau de la mer et les hauteurs sont cotées à partir de ce niveau, à l'échelle de $\frac{1}{80000}$, comme les distances en projection horizontale. D'une coupe à la suivante, la distance est en moyenne de 3 kilomètres; toutefois, pour les coupes 4, 5 et 6, il n'y a guère qu'un kilomètre d'intervalle de chacune d'elles à la suivante.

Pour rendre sensible la continuité des accidents orographiques, tels que failles, ploiements, etc...., j'ai disposé ces coupes les unes sous les autres, en les coordonnant à un même axe dirigé N. 26° E.,

suivant la direction moyenne des chaînes. Les coupes fig. 1 à 10 sont traversées par cet axe, de telle sorte que les points placés sur cette même ligne verticale appartiennent sur la carte à une même ligne droite dirigée N. 26° E. Les coupes locales placées en appendice à la gauche des figures 1 et 8 n'ont pas pu être coordonnées à l'axe général, non plus que la figure 11, qui représente à peu près le prolongement de la figure 10.

Par suite de cette disposition, on voit se reproduire dans la série de ces coupes, à peu près aux mêmes distances de l'axe dans toutes, les mêmes grands accidents orographiques qui forment les traits importants de la structure du massif de la Chartreuse.

On aperçoit ainsi la continuité de la grande faille occidentale, qui borne à l'E. la plaine des Échelles et de Saint-Laurent-du-Pont, continue dans cette direction jusqu'en face de Voreppe (fig. 9) et de l'autre côté de l'Isère (fig. 11), mettant toujours en contact, sur toute son étendue, la mollasse d'une part et le terrain jurassique d'autre part. C'est la même faille qui se continue vers le S., en formant la côte orientale des vallons de Montaud et de Reneurel; elle traverse ainsi le département de l'Isère sur une longueur d'environ 12 lieues. Nous la désignerons dans ce qui suit sous le nom de *faille de Voreppe* et dans les figures par le signe F^1.

Dans une direction à peu près parallèle se présente une autre faille non moins remarquable, F^2, que nous appellerons *faille de la Grande-Chartreuse*. Vers son extrémité N., son bord élevé montre un affleurement de calcaire oxfordien contre lequel sont constamment redressées des couches néocomiennes et crétacées fortement bouleversées (fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6); plus au S., la faille est moins considérable, et son bord élevé est formé par un abrupt néocomien (fig. 7, 8, 9, 10). La craie se rencontre constamment dans les dépressions situées le long de cette ligne de faille; de plus, dans les vallons de Corbet (fig. 1), des Molières (fig. 5) et dans la vallée de Proveysieux (fig. 7, 8, 9, 10), elle est recouverte par un dépôt plus ou moins puissant de mollasse, presque toujours à l'état de *nagelfluc*, de conglomérat à cailloux parfaitement arrondis et fortement cimentés.

Un autre grand trait de la configuration orographique de cette région est le grand cirque assez irrégulier qui comprend Saint-Pierre-d'Entremont et Saint-Pierre-de-Chartreuse et qui s'étend vers le S. jusqu'au col de Porte. Le centre est formé par une voûte jurassique généralement compliquée (fig. 2 à 7), de part et d'autre de laquelle se trouvent redressées les couches néocomiennes. Aux deux extrémités de ce cirque, à Entremont-le-Vieux (fig. 1) et au col de Porte (fig. 8), le soulèvement se transforme en deux

failles locales extrêmement marquées, mais peu étendues en longueur.

Les couches néocomiennes et crétacées, rejetées à l'O. de ce cirque, forment les crêtes culminantes du Grand-Som et du Charmant-Som; comprimées latéralement avec une grande énergie, ces couches ont éprouvé les bouleversements les plus curieux et les plus compliqués de toute la contrée. Le sommet du Grand-Som (fig. 4) est formé par une masse de calcaire néocomien supérieur, renversé par-dessus les couches de la craie; le même renversement s'observe tout le long de la gorge étroite qui descend du pré de Bovines au château d'Entremont, et qui est formée par la craie, serrée dans le pli étroit du terrain néocomien (fig. 3). Au château d'Entremont, ces parties redressées des couches néocomiennes sont complétement brisées et se réduisent à une masse d'énormes blocs, occupant une largeur bien moindre que la puissance réelle du terrain néocomien (fig. 2). Enfin ces masses redressées et brisées disparaissent tout à fait au N. de Guiers-Vif; la craie se présente alors en contact immédiat avec le terrain jurassique dans la vallée d'Entremont-le-Vieux (fig. 1).

A l'E. du grand cirque d'Entremont et de Saint-Pierre-de-Chartreuse, entre lui et la vallée de Graisivaudan, se trouve soulevée une masse énorme de terrain néocomien, terminée de tout côté par des coupures abruptes. Comme le montre la succession de nos coupes, cette masse offre une largeur variable et des formes diverses. Elle se termine au N. par la dent de Granier, au S. par la dent de Crolles ou Petit-Som; mais entre ces deux sommets, distants de plus de 4 lieues, il y a à plusieurs reprises des élargissements du plateau supérieur, et il présente alors des concavités dont le sol est formé par le gault et la craie. Tantôt ces dépressions sont des plis réguliers, en fond de bateau, comme le vallon élevé qui renferme les pâturages de l'Alpette et les haberts de Saint-Vincent (fig. 1); tantôt il y a une faille sur l'un des flancs de la vallée, comme au Haut-du-Seuil et à Bellefont (fig. 3 et 4), et aussi au pied S. de la dent de Granier. Une dépression plus curieuse encore est la gorge de Valfroide (fig. 1); on peut se la représenter comme une rupture profonde, une grande crevasse du terrain néocomien, dans laquelle se seraient affaissées les couches du gault et de la craie. Repliées sur elles-mêmes en un V très aigu par suite de cet affaissement, et comprimées par les deux massifs néocomiens comme entre les mâchoires d'un étau, ces couches ont été broyées; elles ont pris un aspect inusité, une teinte foncée, *une structure feuilletée*; elles ont été en quelque sorte *laminées* par une énorme pression.

La grande masse néocomienne soulevée entre le cirque de la Chartreuse et la vallée de Graisivaudan se termine vers le S. par le point culminant de la dent de Crolles ou Petit-Som (fig. 7). De là à Grenoble, l'escarpement qui borde la vallée de Graisivaudan n'est plus formé que par la crête jurassique de Saint-Eynard. Toutefois, derrière cette crête surgit encore l'aiguille néocomienne de Chamechaude, isolée de toutes parts, et le point le plus élevé de tout le massif de la Chartreuse. A mesure que l'on approche de Grenoble, la coupe des accidents compris entre la vallée de Graisivaudan à l'E. et celle de Proveysieux à l'O. se resserre et se simplifie de plus en plus; elle se réduit enfin à la coupe des monts Rachet et Néron (fig. 10), dont le premier domine immédiatement Grenoble.

Après ce coup d'œil d'ensemble, je crois devoir donner encore quelques détails particuliers sur chacune des coupes réunies dans ces deux planches.

La coupe fig. 1, dirigée à l'O. 27° N., commence à la Flachère, près Barraux, et aboutit à la partie supérieure du vallon de Corbet (Savoie); elle traverse, comme le montre la figure, le haut plateau néocomien dans sa partie la plus large et la vallée d'Entremont-le-Vieux, à peu près à égale distance d'Épernay et de Saint-Pierre, là où la faille centrale de cette vallée se montre avec le plus de netteté. Contre le bord de cette faille se présente la craie, en contact avec le terrain jurassique, et la coupe passe à peu près par le point où l'on peut le mieux étudier la série des couches crétacées de cette localité. La craie se retrouve encore sur cette coupe dans la gorge de Valfroide, où elle est, comme nous l'avons dit plus haut, toute bouleversée et en quelque sorte broyée, entre les masses néocomiennes au milieu desquelles elle s'est affaissée.

Pour compléter cette coupe du côté de l'O., j'y ai joint une coupe parallèle du vallon de Corbet, faite un peu plus au S., sur le bord de la gorge du Guiers-Vif, où la structure de ce vallon présente quelque intérêt. On y voit commencer la grande faille qui se reproduit dans toutes les coupes suivantes et que nous avons désignée par le nom de *faille de la Grande-Chartreuse.*

La figure 2 est une coupe parallèle encore aux précédentes et allant de Saint-Vincent-de-Mereuze à la plaine des Échelles, en suivant, dans la plus grande partie de son étendue, la rive gauche du Guiers-Vif. Elle montre, en son point le plus élevé, un lambeau de craie et de gault formant le sol du pré de Marcieu, au-dessus de la source du Guiers-Vif. Plus loin, sous le château d'Entremont, on voit ces mêmes terrains comprimés entre le terrain néocomien sur lequel ils reposent et les masses néocomiennes

brisées, renversées sur la craie, qui représentent le prolongement de la crête supérieure du Grand-Som : les couches de la craie, celles de la craie blanche surtout, sont ici presque aussi broyées qu'à Valfroide ; cependant j'y ai recueilli plusieurs exemplaires complets de *Belemnitella mucronata*. Dans le vallon de la Ruchère, sur le chemin de Saint-Pierre aux Échelles, cette coupe rencontre encore un lambeau de craie, placé au pied de la *faille de la Chartreuse*. Enfin, suivant toujours le même sentier, sur la rive gauche du Guiers-Vif, la coupe longe la roche néocomienne du Frou ; et, en arrivant près du Châtelard, on voit le terrain néocomien reposer sur un affleurement de calcaire blanc, *corallien*. Ce calcaire forme ici le bord supérieur de la *faille de Voreppe ;* contre lui sont redressées verticalement des lauzes à grains verts (craie tuffeau) et des couches de mollasse. Celles-ci couvrent tout le plateau de Berlan, mais à l'autre extrémité de ce plateau, sur le bord de la plaine des Echelles, la même coupe nous les montre superposées directement aux premières couches de l'étage néocomien supérieur. Ainsi, à une faible distance, la mollasse repose sur des assises très différentes des terrains crétacés.

Les coupes suivantes, fig. 3, 4 et 5, ont la direction O. 26° N., et s'étendent encore de la vallée de Graisivaudan à la plaine des Échelles et de Saint-Laurent-du-Pont.

Dans la figure 3 on voit la coupe de la haute vallée du Haut-du-Seuil, dont le fond est de gault avec des lambeaux de craie ; la même structure, avec une plus grande épaisseur de la craie, se remarque au col de Bellefont (fig. 4), qui n'est que l'extrémité S. de cette vallée. Nous avons déjà signalé la structure si remarquable du Grand-Som (fig. 4), le renversement des couches néocomiennes qui en forment l'arête culminante, et la position de la craie, recouverte par ces roches renversées, se prolongeant tout le long de la gorge de Bovines à Entremont (fig. 3). Enfin, sur le bord occidental de la faille de la Grande-Chartreuse, on remarque les redressements des couches néocomiennes supérieures, et même, au pré d'Aliénard, un affleurement local des marnes à Spatangues, dont il n'est pas très facile de se rendre compte, puis le gault et la craie, en couches bouleversées à l'E., mais reposant nettement à l'O. sur le terrain néocomien. La craie forme ici une bande continue, depuis le haut du vallon de la Ruchère (fig. 3) jusqu'au bord de la gorge du Guiers-Mort (fig. 6) ; dans la coupe fig. 5, on la voit pliée en V dans le vallon des Molières et recouverte par un lambeau de mollasse.

La même figure 5 nous montre la mollasse à un niveau bien inférieur, sur le bord du Guiers-Mort, entre Fourvoirie et Saint-

Laurent-du-Pont. C'est une des localités citées par M. Élie de Beaumont pour établir l'époque du soulèvement des Alpes occidentales; on y voit en effet très bien les poudingues du terrain tertiaire supérieur, en nappes horizontales, reposer sur les tranches des couches de la mollasse fortement redressées. La dislocation de la mollasse a donc eu lieu avant le dépôt du terrain tertiaire supérieur. Comme d'ailleurs il devait y avoir continuité entre la mollasse de Fourvoirie et celle des Molières, la grande faille qui les sépare n'a dû se produire que postérieurement au dépôt de la mollasse, à l'époque du dernier soulèvement de cette partie des Alpes.

La coupe figure 6 a encore la même direction que les précédentes, O. 26° N.; elle suit, dans une grande partie de sa longueur, la rive droite du Guiers-Mort, depuis sa source jusque vers la scierie qui est au-dessous du pont Pérant; mais la rivière tournant ensuite brusquement au N.-N.-O., la coupe l'abandonne pour passer à travers la montagne de Curière, et aboutir, près de Saint-Joseph-de-Rivière, dans la plaine de Saint-Laurent. J'ai tracé sur le plan de cette coupe la projection du cours du Guiers-Mort, depuis sa source jusqu'au delà du pont Pérant; et la ligne *s s* représente la partie du chemin de la Grande-Chartreuse comprise entre le pont Pérant et la Croix-Verte. Sur ce trajet, on traverse la faille de la Grande-Chartreuse; mais on ne voit que de très faibles indices du gault et de la craie, quelques débris seulement de roches appartenant à ces terrains. Si le bord occidental de la faille ne présente pas ici la même disposition que dans les coupes précédentes ou que dans la suivante, cela tient sans doute aux dérangements locaux considérables qu'a dû produire l'ouverture de la gorge du Guiers-Mort.

Cette même partie du chemin de la Grande-Chartreuse présente une coupe très nette du terrain néocomien. Au pont Pérant, le Guiers est encaissé dans les calcaires néocomiens inférieurs; ils forment une assise puissante et reposent, du côté d'aval, sur le terrain jurassique. Celui-ci consiste en calcaires oxfordiens et couches marno-bitumineuses, avec *Ammonites plicatilis*, Sow., au-dessus desquelles il y a quelques bancs bréchiformes, lumachelliques, que l'on peut regarder peut-être comme un rudiment du coral-rag. Au-dessus du pont Pérant, les calcaires néocomiens inférieurs continuent de se montrer, et présentent, vers le haut, une assise de couches minces avec rognons et bandes de silex d'un noir foncé; puis on rencontre les marnes à *Toxaster complanatus*, où l'on trouve en même temps : *Disaster anasteroides*, *D. ovulum*, *Ammonites*, etc. Enfin le rocher de l'OEillette, qui barre le défilé,

est formé par l'étage néocomien supérieur. Celui-ci se compose de deux grandes masses de calcaire blanc à Caprotines, séparées par une assise peu puissante de couches marneuses, avec *Orbitolites*, *Toxaster oblongus*, Ag., *Diadema carthusianum*, Gr., *Pygaulus depressus*, Ag., *Terebratula prælonga*, etc. C'est une des localités fossilifères les plus remarquables du massif de la Chartreuse.

La coupe fig. 7 a une direction différente de celle des précédentes, O. 14° N.; elle n'est donc pas perpendiculaire aux chaînes. J'ai cru toutefois devoir la conserver parce qu'elle permet de grouper un grand nombre d'accidents intéressants, et qu'elle réunit trois des sommets les plus remarquables de toute la contrée, la dent de Crolles ou Petit-Som, le Charmant-Som et la Sure. Elle passe un peu en dessous du col de la Charmette, origine de la vallée de Proveysieux, et où l'on rencontre déjà les puissants dépôts de craie et de mollasse qui remplissent cette vallée jusqu'à son débouché dans celle de l'Isère, à Saint-Égrève.

Le Charmant-Som peut être considéré comme une des montagnes les plus curieuses par la complication des contournements qu'y décrivent les couches néocomiennes. Au sommet, elles forment un pli convexe et, de part et d'autre, deux plis concaves, très profonds et très aigus; le pli occidental renferme les couches du gault et de la craie qui forment le sol des grandes prairies du Charmant-Som; le pli oriental ne montre pas ces terrains sur la direction de notre coupe; peut-être y sont-ils simplement masqués par des éboulements de roches néocomiennes brisées; mais un peu plus au S., en face du hameau des Cottaves, le même pli présente en son centre une prairie dont le sol est formé par la craie; et c'est encore sur le prolongement de ce même accident que la craie se montre à l'O. du col de Porte, dans la coupe fig. 8.

Celle-ci représente la position de la masse néocomienne isolée, formant le pic de Chamechaude; le pli profond des couches de la craie et de la mollasse qui donne naissance à la vallée de Proveysieux; la *combe* néocomienne des pâturages d'Urtières et de Vararey, figurée aussi dans la coupe précédente et dans la suivante, et creusée dans les *marnes à Spatangues*. L'existence d'une *combe* très marquée, formée par cette assise du terrain néocomien, est due à la position des couches assez fortement relevées, et d'autre part à la compacité, au grand développement que présentent ici les calcaires néocomiens inférieurs. Ces calcaires, prolongement direct des couches exploitées dans les carrières de Fontanil, atteignent même dans les figures 8 et 7 une hauteur plus grande que celle du calcaire néocomien supérieur; ils forment le point culmi-

nant de la Sure, le plus élevé de tout ce qui est à l'O. de la faille de la Chartreuse.

Un peu plus à l'O., la même coupe (fig. 8) traverse la faille de Voreppe, présentant toujours d'une part un abrupt jurassique, d'autre part la mollasse; celle-ci, au col de la Placette, est recouverte par une grande épaisseur de débris erratiques. A côté de cette coupe, j'ai figuré celle de la petite montagne des Buissières, point culminant du plateau de Raz ou de la chaîne la plus occidentale du massif de la Chartreuse. Cette coupe des Buissières n'est pas tout à fait sur le prolongement de celle de Chamechaude, mais elle est faite parallèlement à ce prolongement, à une faible distance du côté du S.

Un peu plus bas, près de Voreppe, cette même chaîne occidentale diminue brusquement de hauteur, et se trouve pour ainsi dire démantelée sur le bord de la grande coupure transversale de la vallée de l'Isère. La coupe (fig. 9) de cette chaîne et de la vallée de la Roize montre d'abord, aux balmes de Voreppe, le calcaire corallien qui forme ici la base du terrain néocomien, tandis que dans la même coupe, un peu plus à l'E., ce dernier terrain repose sur l'étage oxfordien. Entre la route de la Placette et le fond de la vallée, le calcaire néocomien supérieur est recouvert par des masses de sables quartzeux, diversement colorés, des couches minces de calcaires grenus, avec grains verts, des couches pétries de silex, etc. Ce terrain a besoin d'être étudié et j'aurai l'occasion d'y revenir; les sables et les couches à silex ont été regardés anciennement, par M. Gras et par moi, comme une formation d'eau douce; mais j'y ai trouvé des fossiles marins, des dents de poissons, des baguettes d'Oursins, de grandes Huîtres, et je regarde actuellement ce terrain comme crétacé. C'est comme tel que je l'ai figuré dans cette coupe, entre le terrain néocomien et la mollasse qui le recouvre immédiatement. Celle-ci est en couches légèrement inclinées à l'O., recouverte à son tour par les poudingues pliocènes; et la discordance de stratification est bien marquée, aux carrières de Voreppe, par exemple, comme l'a indiqué M. Élie de Beaumont.

Sur la rive opposée de l'Isère, on observe une coupe analogue (fig. 11). Le rocher de l'Échaillon présente un affleurement puissant de calcaire blanc corallien, riche en fossiles et très bien caractérisé. Immédiatement au-dessus commencent les calcaires néocomiens inférieurs, et il est même très difficile de tracer une limite entre les deux terrains; leurs couches sont concordantes, et, au contact même, elles ont le même aspect minéralogique. Les calcaires néocomiens inférieurs, bien moins puissants ici que de

l'autre côté de la faille de Voreppe, supportent le talus des marnes à Spatangues de Saint-Ours, et les calcaires blancs de l'étage néocomien supérieur forment le sommet de la dent de Moirans. Au-dessus du terrain néocomien, dans le vallon de Venrey, on observe la même série de dépôts que dans celui de la Roize, mais ils y sont moins développés et moins facilement observables.

Enfin la coupe fig. 10 montre d'abord à Saint-Égrève, au bas de la vallée de Proveysieux, la disposition des couches de la craie et de la mollasse, leur redressement à l'E. contre le bord de la faille de la Grande-Chartreuse ; l'autre bord est formé par la masse néocomienne du Casque-de-Néron, remarquable par le contournement assez compliqué de ses couches, qui se redressent à l'O. vers la faille et à l'E. vers les Alpes centrales. Le terrain néocomien se termine inférieurement par des calcaires marneux bleuâtres et des marnes grises très développées; ces marnes reposent immédiatement sur les couches oxfordiennes du mont Rachet, marneuses elles-mêmes dans leur assise supérieure; aussi, par suite de la rareté des fossiles, la limite entre les deux terrains est encore très difficile à reconnaître. La même difficulté se présente dans toutes les montagnes néocomiennes de la rive gauche du Drac et du bassin de la Gresse. Le sommet du Rachet présente les calcaires compactes qui descendent de là, en couches très inclinées, à la Porte-de-France de Grenoble; puis le versant oriental de la même montagne offre les autres assises de l'étage oxfordien, les calcaires marneux avec les géodes dites de Meylan, les couches schisteuses avec petites Ammonites, les schistes à Posidonies formant la colline de Montfleury et que l'on peut regarder comme la limite inférieure de l'étage oxfordien. Le tout repose sur un affleurement restreint de calcaires grenus, sub-lamellaires, pétris de débris d'Entroques et formant le noyau de la colline de Corene ; on regarde généralement ces calcaires comme appartenant au lias, mais, à vrai dire, on n'y a pas trouvé encore de fossiles caractéristiques (J^1, fig. 10) (1).

L'inspection des coupes que nous venons de décrire conduit à des conclusions importantes, touchant les relations stratigraphiques des différents terrains dont se compose le massif de la Chartreuse.

La séparation géologique entre les terrains jurassiques et les terrains crétacés ne se manifeste pas par une superposition trans-

---

(1) Ce calcaire est sub-lamellaire et en partie oolitique; j'y ai trouvé récemment l'*Ammonites Bakeriæ*, Sow., ce qui tend à prouver qu'il appartient encore à la partie inférieure de l'étage oxfordien.

gressive, ni par une différence très marquée dans les inclinaisons de leurs couches redressées. Dans la vallée de Graisivaudan, dans celles du Drac et de la Gresse, les couches jurassiques qui forment les escarpements inférieurs peuvent souvent paraître plus inclinées que les couches néocomiennes, qui, sur un plan plus reculé, constituent les escarpements supérieurs; mais ces faits rentrent dans la loi, si fréquemment vérifiée, en vertu de laquelle, dans certains modes de soulèvement, les couches ont une inclinaison d'autant plus forte qu'elles sont plus rapprochées de l'axe de redressement.

Mais la discordance de stratification entre le terrain jurassique et le terrain néocomien se manifeste très bien par la superposition de celui-ci à des assises de plus en plus anciennes, à mesure que l'on quitte le Jura pour entrer dans les Alpes.

Ainsi, aux limites N.-O. et O. de notre massif, l'étage corallien est encore bien développé et sert de base au terrain néocomien; on le rencontre ainsi sur toute la longueur de la chaîne qui, depuis Yenne en Savoie, s'étend par Chaille, Miribel, la Buisse et l'Échaillon, jusqu'à Saint-Gervais-sur-Isère. Les coupes, fig. 7, 8, 9, 10 et 11, montrent, sur la gauche, la constitution de cette chaîne la plus occidentale, et la superposition du terrain néocomien au calcaire corallien, sans différence appréciable dans l'inclinaison des couches. En dehors de cette chaîne, nous voyons encore un affleurement du même calcaire servant de base au terrain néocomien, au Châtelard, sur le chemin des Échelles à Entremont. En suivant la même direction vers le S.-S.-O., on retrouve encore quelques indices de l'étage corallien au-dessus des couches oxfordiennes qui forment le bord de la faille de Voreppe : ainsi peut-être dans la gorge du Guiers-Mort, entre Curière et le pont Pérant (fig. 6), et incontestablement sur le coteau d'Aizy, au-dessus de Noyarey (fig. 11). Ainsi l'étage corallien existe constamment à l'O. de la faille de Voreppe; il y en a encore des traces sur le bord E. de cette faille; mais en deçà de cet alignement, du côté des Alpes centrales, on voit toujours le terrain néocomien reposer sur l'étage oxfordien, sans qu'il y ait d'ailleurs entre les deux terrains une différence sensible dans les inclinaisons de leurs couches en contact.

Si l'on embrasse d'un même coup d'œil les chaînes occidentales du Dauphiné (massifs du Vercors, du Royannais, du Villard-de-Lans, de la Chartreuse), la basse Savoie et le Jura, on arrivera à des considérations générales sur lesquelles je me propose de revenir avec plus de détails, mais qui peuvent se résumer ainsi :

La série des assises supérieures du terrain jurassique est complète

dans tout le Jura; elle devient de plus en plus incomplète dès que l'on quitte le Jura pour entrer dans les Alpes. Ainsi, dans tout l'espace compris entre Gray, Soleure et Belley, l'étage portlandien existe, et se termine par une assise qui présente partout les mêmes caractères. Mais déjà au Salève cette assise supérieure manque et le terrain néocomien repose immédiatement sur les bancs compactes, contenant de grands Gastéropodes, qui sont la partie moyenne de l'étage portlandien. Dans la basse Savoie, le groupe jurassique supérieur diminue beaucoup d'importance; au Mont-du-Chat, par exemple, on ne voit au-dessus de l'étage corallien bien caractérisé qu'une faible épaisseur de calcaires qu'on a de la peine à en distinguer. Dans les environs des Échelles, nous ne trouvons plus que l'étage corallien, et nous avons dit tout à l'heure comment il devenait lui-même rudimentaire, puis disparaissait complétement dans la massif de la Chartreuse.

On peut conclure de là que *pendant la fin de la période jurassique, le fond de la mer correspondant à ces contrées a dû éprouver un mouvement continu d'exhaussement du côté des Alpes, d'affaissement dans l'emplacement actuel du Jura;* les eaux sont allées en se retirant progressivement des Alpes, pour concentrer leurs dépôts sur l'emplacement actuel du Jura; et ainsi les assises jurassiques supérieures à l'étage oxfordien se sont superposées, chacune en retrait par rapport aux précédentes.

C'est aussi seulement sur une partie de l'étendue actuelle du Jura, entre Bienne et Belley, que s'est formé ce dépôt marneux contenant des fossiles d'eau douce et représentant la formation wealdienne. Les eaux de la mer jurassique, progressivement refoulées, se trouvaient alors remplacées par un vaste étang d'eau saumâtre, et le dépôt wealdien constitue ainsi le complément des terrains jurassiques, plutôt que la première assise des terrains crétacés.

A ce moment, les eaux de la mer s'étaient complétement retirées de ces contrées, peut-être même de toute l'Europe occidentale; et le commencement de la période néocomienne nous représente un nouvel envahissement de l'Océan, par suite de vastes affaissements, surtout dans les régions circumméditerranéennes. L'espace compris entre le plateau central de la France à l'O., les Alpes centrales à l'E., s'affaissa sous les eaux de la mer, à partir d'une sorte de charnière formée par le Jura septentrional, de Gray à Bienne. Le bassin néocomien, très peu profond à son extrémité N.-O. (Haute-Saône), allait en s'approfondissant vers le S. et vers l'E., jusqu'au pied des Alpes; il atteignait ainsi une grande profondeur dans l'emplacement actuel du massif de la Chartreuse.

Le vaste affaissement qui avait déterminé l'envahissement de la mer avait produit nécessairement, par contre-coup, des soulèvements considérables sur les bords de ce bassin : ainsi le soulèvement des étages inférieurs et moyens du terrain jurassique dans les Alpes centrales. Esquissées déjà sur plusieurs points par des révolutions plus anciennes, ces montagnes durent prendre dès lors un relief très notable, en rapport avec la profondeur de la mer néocomienne qui baignait leur pied à l'O. Mais dans l'espace couvert par cette mer, les couches du terrain jurassique ne paraissent pas avoir été bouleversées, ni redressées sensiblement avant le dépôt du terrain néocomien. Nous l'avons constaté, M. Pidancet et moi, dans le Jura franc-comtois et diverses contrées voisines (1); je me suis assuré depuis qu'il en était de même dans tout le Jura suisse et dans tout le département de l'Ain, contrairement aux observations de M. Itier. Mais, même dans la Savoie occidentale, dans le massif de la Chartreuse, *où le terrain néocomien repose sur diverses assises du terrain jurassique* (par suite des retraits successifs de la mer jurassique dont nous avons parlé plus haut), nous n'apercevons aucun exemple de superposition évidemment discordante, pas même de différence sensible dans l'inclinaison des couches en contact qui puisse forcer à admettre un redressement antérieur du terrain jurassique. Donc les chaînes de la Chartreuse, celles de la basse Savoie, aussi bien que celles du Jura méridional, ne pouvaient avoir aucun relief notable avant le dépôt du terrain néocomien.

Le massif de la Chartreuse, et mieux encore celui du Villard-de-Lans, de l'autre côté de l'Isère, nous présentent la série complète des terrains crétacés, sur laquelle j'ai donné quelques détails dans un récent mémoire. J'ai représenté dans la figure 12 la manière dont les divers termes de cette série s'observent dans le vallon de la Fauge, près le Villard-de-Lans. La coupe inférieure est faite perpendiculairement à l'axe du vallon, vers le milieu de sa longueur, par le plus grand des trois ravins qui entament la craie chloritée. La coupe supérieure montre le profil de la montagne qui ferme le vallon du côté du N. et qui est formée par la série des étages crétacés supérieurs. La craie verte sableuse C^1 repose sur le gault et contient, dans ses couches moyennes et supérieures, le *Discoidea cylindrica*, le *Turrilites Bergeri*, etc.; elle est recouverte par les sables verts C^2 avec *Ammonites varians*, *Turrilites costatus*, *Belemnites*, etc., qui s'enfoncent à la base de la mon-

(1) *Bull.*, 2e série, t. V, p. 20. — *Mémoires de la Société d'émulation du Doubs*, 1847.

tagne, vers le N., sous le groupe des *lauzes* C^3 et celui des calcaires à silex C^4, représentant la craie blanche.

Dans cette coupe et dans toutes celles du massif de la Chartreuse, nous voyons les divers étages crétacés tous concordants entre eux, quoique cependant ils n'aient pas tous partout le même développement. La craie blanche a été portée par les soulèvements jusque dans les points les plus élevés et les plus bouleversés. Mais entre les terrains crétacés et la mollasse, il y a une discordance bien évidente, attestée par l'absence de la mollasse dans toute la moitié orientale du massif de la Chartreuse, et sa superposition indifférente à la craie, au gault, au terrain néocomien, à mesure que l'on s'éloigne des Alpes centrales. Cette discordance entre les terrains crétacés et la mollasse répond aux deux révolutions par lesquelles le massif de la Chartreuse a dû être soulevé au-dessus de la mer après le dépôt de la craie et pendant toute la période nummulitique, puis replacé en partie sous les eaux pour recevoir dans sa moitié occidentale le dépôt de la mollasse. Toutefois les couches de la mollasse ne sont jamais beaucoup moins inclinées que celles des terrains crétacés sur lesquelles elles reposent; et même la discordance est d'autant plus faible que l'on est plus près des Alpes centrales, d'autant plus marquée que l'on se rapproche plus de l'extrémité méridionale du Jura.

On peut conclure de là que les grands accidents du massif de la Chartreuse n'étaient que faiblement indiqués avant le dépôt de la mollasse. La faille de la Grande-Chartreuse existait probablement déjà, quoique moins profonde qu'aujourd'hui : elle déterminait l'alignement d'un rivage de la mer miocène, le long duquel s'est déposée une mollasse composée de gros cailloux roulés, qui atteignent quelquefois le volume de la tête et même plus. Ce dépôt de *nagelflue* remplit la vallée de Proveysieux et se retrouve au N. dans les vallons des Molières (fig. 5) et de Corbet (fig. 1); au S., à Sassenage, à Saint-Nizier et à Lans. Au contraire, sur une ligne un peu plus occidentale, plus éloignée du rivage, à Saint-Laurent-du-Pont, Voreppe, etc., la mollasse ne renferme plus que des sables et des graviers fins.

Mais si la faille de la Grande-Chartreuse date d'une époque antérieure à la mollasse, celle de Voreppe, comme nous l'avons déjà établi, est postérieure à ce dépôt; et l'inclinaison actuelle des couches jurassiques ou crétacées est due presque uniquement à ce dernier et principal soulèvement, qui a suivi le dépôt de la mollasse, le *soulèvement des Alpes occidentales*, si nettement défini par M. Élie de Beaumont.

M. Ed. Collomb fait la communication suivante :

Notice sur les blocs erratiques et les galets rayés des environs de Lyon, par M. Ed. Collomb.

Depuis longtemps M. Fournet a signalé, dans les environs de Lyon, la présence de blocs erratiques d'origine alpine, de cailloux rayés et de roches striées en place. M. Thiollière a également étudié ces dernières dans tout l'espace compris entre le Sault et la Verpillière. Les travaux entrepris pour la construction des forts de Montessuy, à la Croix-Rousse, de Saint-Irénée, de Fourvières, etc., ont mis à découvert des blocs erratiques parfaitement caractérisés; quelques uns avaient 6 mètres cubes avec leurs angles conservés; d'autres étaient plus ou moins arrondis. Ces blocs sont empâtés dans une masse de sables, de graviers et d'une quantité considérable de cailloux rayés. En visitant la localité de Montessuy avec M. Fournet, nous y avons recueilli de fort beaux exemplaires de ces cailloux; ceux dont les stries sont le mieux conservées sont de calcaire noir alpin. Ce diluvium se compose, du reste, d'une suite presque complète des roches alpines; M. Fournet les a déterminées avec soin et en a réuni des échantillons dans la collection de la Faculté des sciences de Lyon. On y remarque des variétés de quartz, de granite, de protogine, de schistes micacés, de gneiss, de diorite, d'amphibolite, de schistes argileux, de serpentine, d'euphotide, de conglomérat, de grès anthraxifères, de quartzites, de calcaires noirs des Alpes, de calcaires blancs, jaunes, etc. (1).

En remontant le cours du Rhône, ou plutôt en se dirigeant de Lyon vers les Alpes, sans avoir égard précisément au cours sinueux du fleuve, on retrouve partout les mêmes phénomènes. Les blocs erratiques venant des Alpes avec leur cortége de menus débris se sont répandus en éventail sur toute la surface de la plaine dauphinoise; ils n'ont pas été arrêtés dans leur marche par les collines calcaires ou lacustres et par les montagnes qui les séparaient de leur point de départ; ils ont franchi la chaîne jurassique de la Chartreuse de Porte, en y laissant des témoins de leur passage à 1100 mètres d'altitude; ils se sont par conséquent élevés à 725 mètres au-dessus du niveau du lac de Genève, qui est lui-même à 375 mètres.

Indépendamment des sables, des graviers et des cailloux rayés,

(1) Voir, pour plus de détails sur ce sujet, l'ouvrage de M. Drian, *Minéralogie et pétrologie des environs de Lyon*, in-8, 1849, aux articles : *Blocs erratiques, Cailloux rayés, Diluvium, Lehm.*

ces blocs sont fréquemment accompagnés de petites couches de lehm, surtout dans les buttes des environs de Lyon. Dans le même rayon, entre Lyon et les Alpes, M. Ch. Lory a récemment signalé, dans la partie N. du département de l'Isère, dans les plaines de la Bresse, jusqu'à quelques lieues de Lyon, des dépôts erratiques développés sur une grande échelle. Ces dépôts se composent de débris de roches du Jura et des Alpes; les cailloux en sont usés, frottés et striés; les roches en place sous-jacentes sont partout polies et striées avec la plus grande netteté. M. Lory a mesuré la direction des stries; « toutes les directions observées rencontrent les hautes chaînes des Alpes en des points compris entre Conflans et Vizille (1). »

Quant à la distance en longueur parcourue par ces blocs, on trouve qu'en prenant pour centre ou pour point de départ le plus éloigné le groupe du Mont-Blanc, ils ont décrit une trajectoire d'une quarantaine de lieues de longueur. On peut se les représenter comme des projectiles venant des Alpes, franchissant un obstacle de 725 mètres de hauteur, et venant mourir et s'implanter sur les buttes qui couronnent les environs de Lyon.

Ce diluvium, que nous venons de décrire en quelques mots et qui a été étudié en détail par M. Fournet et plusieurs autres géologues, rappelle dans son ensemble et dans ses détails tous les phénomènes produits par les glaciers actuels.

Mais il n'est pas le seul qui existe dans la contrée; on distingue à Lyon trois autres diluviums ou dépôts caillouteux qui ont des caractères qui leur sont propres et qui sont bien différents du précédent, en ce que leur origine ne paraît pas être glaciaire.

En allant de haut en bas on trouve, immédiatement au-dessous des blocs erratiques et du lehm, un amas considérable de cailloux des Alpes, souvent soudés, sous forme de conglomérat, par un ciment calcaire (voir la coupe ci-dessous). Cette formation, signalée par M. Élie de Beaumont sous le nom de *conglomérat bressan*, n'est pas contemporaine de la précédente; elle est plus ancienne; elle s'en distingue entre autres par des caractères négatifs qui sont néanmoins utiles à constater. Ainsi on n'y trouve point de blocs erratiques, c'est-à-dire de blocs anguleux de quelques mètres cubes; on n'y rencontre pas non plus de galets rayés, ni ce mélange remarquable de gros matériaux entremêlés de sable fin, de boue et de matériaux qui, après avoir été transportés à une si grande distance, ont conservé quelquefois une cassure

(1) *Bull.*, 2e série, t. IX, p. 48.

fraîche et des angles vifs. Cette formation est exclusivement formée de cailloux arrondis et usés, et ce qui la rend essentiellement remarquable, ce sont les assises de lignite que l'on exploite dans diverses localités, notamment à la Tour-du-Pin.

Puis, M. Fournet distingue encore un autre diluvium inférieur au précédent; il est formé aussi de cailloux roulés, mais incohérents. On n'y reconnaît plus les roches des Alpes; on n'y trouve que des cailloux provenant de la désagrégation des roches des environs de Lyon; aussi M. Fournet lui donne-t-il le nom de *conglomérat local de cailloux lyonnais*. Cette formation, très circonscrite, est beaucoup moins puissante que les deux précédentes.

Coupe de détail des diluviums des environs de Lyon (coupe de M. Fournet).

a Placage de conglomérat remanié, lehm, cailloux rayés, blocs erratiques.
b Conglomerat de cailloux alpins, sans blocs erratiques ni cailloux rayés.
c Couche de lignite de la Tour-du-Pin.
d Conglomerat local de cailloux lyonnais.
e Mollusse marine.
f Granite et gneiss.

Enfin M. Fournet a suivi les traces d'un dernier système de dépôts supérieurs correspondant aux grandes vallées du Lyonnais, telles que celles du Gier, de l'Ozerque et de l'Ardière, mais nous en ferons abstraction pour ne considérer que la coupe précédente.

Dans celle-ci, la formation supérieure avec blocs erratiques et galets rayés me paraît avoir tous les caractères d'une formation glaciaire, d'une moraine, et les deux autres n'ont rien qui les distingue d'une formation produite par une force dynamique d'un autre ordre, par un moyen de transport purement aqueux, soit fluviatile, soit torrentiel.

Les anciens glaciers des Alpes se sont donc étendus jusqu'à Lyon; ils ont poussé leurs moraines jusque sur les buttes de la Croix-Rousse et de Fourvières, qui seraient leurs limites extrêmes dans cette direction, puisque, si l'on poursuit cette ligne du côté de l'O., vers le Mont-d'Or lyonnais, on n'y trouve plus de blocs,

erratiques, quoique cependant il existe des cailloux alpins dans les crevasses du calcaire jurassique, près du sommet de ce massif.

Cette étendue de 40 lieues qu'ont dû avoir les anciens glaciers dans cette direction n'a rien de si extraordinaire, si on la compare à celle qu'ils ont eue dans la direction du N., puisque, suivant les observations de MM. de Charpentier, Guyot, Agassiz, Desor et d'autres, ils ont déposé des blocs erratiques jusque dans la partie du Jura qui s'étend de Bienne à Soleure, laquelle est aussi éloignée que Lyon du centre des Alpes et du groupe du Mont-Blanc.

Ce qui distingue le phénomène lyonnais de celui du N. des Alpes, c'est la présence d'un obstacle, d'une muraille jurassique de 725 mètres de hauteur au-dessus du lac de Genève, que le glacier a dû franchir pour s'étaler dans la plaine dauphinoise ; tandis que, dans le périmètre compris entre les Alpes et le Jura qui a été occupé par l'ancien glacier, le relief du sol ne présente pas d'obstacle aussi élevé. Néanmoins si l'on poursuit les blocs erratiques alpins sur les flancs du Jura, on trouve qu'ils se sont élevés à une hauteur telle au-dessus des lacs de Genève et de Neuchâtel, que les observateurs que nous venons de citer en ont conclu que ce glacier devait avoir environ 100 mètres d'épaisseur.

S'il en est ainsi pour l'embranchement N. de cet ancien glacier, on peut tout aussi bien lui appliquer les mêmes dimensions pour son embranchement O., et concevoir qu'il ait été assez puissant pour surmonter l'obstacle de 725 mètres qui l'empêchait de s'étendre jusqu'à Lyon.

Sauf cette différence, qui tient à la forme orographique de la contrée, tous les détails du phénomène sont identiques avec ceux qui ont été remarqués ailleurs. La coupe de M. Fournet avec son conglomérat bressan, recouvert par un diluvium plus récent, ce dernier avec intercalation de blocs erratiques et constituant de véritables moraines, se retrouve sur tout le pourtour des Alpes.

Ainsi, dans la région S., MM. Ch. Martins et Gastaldi, dans leur *Essai sur les terrains superficiels de la vallée du Pô, aux environs de Turin* (1), ont trouvé les dépôts glaciaires de cette vallée en superposition sur un dépôt aqueux plus ancien. M. Rozet, dans une récente communication à la Société (2), a décrit des anciennes moraines dans les environs de Gap, département des Hautes-Alpes, qui, constamment, reposent sur un diluvium alpin,

(1) *Bull.*, 2e série, t. VII, p. 554.
(2) Séance du 1er mars 1852.

Dans la région N., si nous nous éloignons un peu de la sphère d'activité des anciens glaciers des Alpes, si nous nous transportons dans les plaines d'Alsace, nous y trouvons, comme à Lyon, trois diluviums qui se succèdent ainsi, en commençant par le plus ancien : 1° diluvium alpin à la base; 2° diluvium local, formé de cailloux des Vosges, de la forêt Noire ou du Jura ; 3° puis lehm, qui est le plus moderne et qui paraît être synchronique des moraines. Si nous pénétrons dans la région inter-vosgienne, nous y trouvons des moraines bien caractérisées, qui reposent, particulièrement dans le fond des vallées, sur un dépôt caillouteux plus ancien, qui n'est pas d'origine glaciaire.

Du côté de l'E., dans le bassin du Danube, M. de Morlot a décrit des phénomènes analogues.

Ainsi, en partant des Alpes et en se dirigeant soit en France, soit en Allemagne, ou en Italie, on trouve deux grands systèmes de transport de matériaux arrachés à ces montagnes. L'un, le plus ancien, procédant par voie aqueuse, a étendu son rayon d'activité à une très grande distance; il a atteint, pour ainsi dire, la limite des continents, en accompagnant jusqu'à la mer les fleuves qui prennent leur source dans les Alpes. L'autre, plus moderne, a limité son action à un rayon de 40 à 50 lieues, qu'il ne paraît pas avoir dépassé ; il a opéré par la voie sèche, par le moyen de l'eau à l'état solide, comme le font encore aujourd'hui les glaciers en activité.

M. Dalmas fait la communication suivante :

Théorie cosmogonique et géologique exposée devant la Société géologique de France, par M. Dalmas.

Dans la formation de notre planète, je distingue deux opérations successives bien différentes : d'abord la condensation de ses éléments autour du centre de la sphère, et puis leur oxydation subséquente, par la combinaison de l'oxygène avec les métaux alcalins ou autres bases métalliques.

La première opération rentre dans le domaine de la cosmogonie.

Elle consiste en une simple agrégation, par juxtaposition, des atomes constituants de la masse planétaire, suivant des couches concentriques et successives, à peu près dans l'ordre des densités et pesanteurs relatives.

Toutes les données scientifiques, aussi bien que la cosmogonie

de Moïse, nous induisent à croire que les atomes élémentaires des corps célestes et terrestres ont été créés par Dieu, dans un état de division et de ténuité extrêmes qui les rendait, dans le principe, indépendants et isolés les uns des autres. (Page 22 de mon ouvrage : *La cosmogonie et la géologie*, par J. B. Dalmas. Lyon, 1852.)

Evidemment le fluide impondérable, que nous appelons du nom d'éther, tant qu'il reste à l'état latent ou de repos, et du nom d'électricité, de calorique ou de lumière aussitôt qu'il est mis en vibration et qu'il se manifeste par des phénomènes électriques, calorifiques ou lumineux ; l'éther, dis-je, vu son immense élasticité et son excessive facilité de propagation et de fluidité, devait entourer alors chaque atome de la matière pondérable, de la même manière que l'air atmosphérique entoure chaque molécule de poussière que nous voyons dans un rayon de soleil qui pénètre dans un appartement. (P. 87 et 88.)

Les calculs de Fourier sur la température fixe et uniforme des espaces célestes m'ont aidé à reconnaître que la température de l'espace, à cette époque antérieure à toute agrégation, à toute combinaison, à toute composition de corps, devait être uniforme et peu différente de celle de nos régions polaires, c'est-à-dire de 60 à 70 degrés sous zéro (p. 38 à 41), et non une température excessive, capable de tenir toute la matière des corps de notre système solaire à l'état de gaz, comme le supposait l'hypothèse de Laplace.

J'ai donné pour raison, *à priori*, qu'à l'époque originelle, et même longtemps après, il n'existait pas encore de corps ou soleils pour faire vibrer l'éther, et que les atomes élémentaires ne pouvaient pas alors produire cette vibration nécessaire, par la raison qu'ils ne pouvaient ni se heurter, ni se combiner, vu leur état d'isolement, de ténuité et de division extrêmes. (P. 37 à 50.) Les lois de la gravitation universelle, l'identité des formes et des mouvements de rotation et de révolution de tous les corps de notre système solaire et des systèmes stellaires qui ont été observés (même de tous les corps du ciel étoilé, suivant l'opinion générale des astronomes), nous indiquent suffisamment que tous les corps de lumière tirent leur origine d'une seule et même masse gazeuse ou nébuleuse, qui leur a communiqué à tous le mouvement qu'elle a reçu primordialement de Dieu, comme je l'ai démontré pages 22 à 27 et 57 à 62.

D'après ma cosmogonie, l'action immédiate de Dieu s'est bornée à créer les atomes élémentaires et à leur donner à tous la force d'attraction mutuelle, en même temps qu'il donnait à la masse

atomique, ou nébuleuse universelle, le mouvement *primordial* de rotation sur elle-même de l'occident à l'orient.

La formation successive des corps célestes et terrestres a été ensuite la conséquence nécessaire de l'attraction mutuelle des atomes et du mouvement de rotation de la masse atomique primitive, sans aucune autre intervention de Dieu, sans aucune autre dérogation aux lois physiques qui régissent encore aujourd'hui la matière.

Il me paraît évident que l'attraction mutuelle dut, dès le principe, solliciter tous les atomes pondérables vers un seul et même centre, que je nommerai le centre de gravité de l'univers. En se rapprochant graduellement de ce centre, alors unique, ils tendirent évidemment à se condenser vers lui. Dès lors la force centrifuge résultant du mouvement de rotation sur elle-même, imprimé à toute la masse atomique ou nébuleuse universelle, dut augmenter graduellement à mesure que cette masse diminuait de volume par l'effet de sa condensation.

Évidemment la force centrifuge ou de projection ne pouvait pas toujours aller croissant, sans finir par l'emporter sur la force centripète ou d'attraction centrale.

Les atomes situés sur l'équateur de la nébuleuse durent donc, après un laps de temps plus ou moins long, se séparer peu à peu de cette masse génératrice et universelle, en cédant à la force centrifuge ou de projection, devenue plus puissante que la force attractive de la masse centrale.

Les atomes, ainsi abandonnés sur le plan de l'équateur, durent former à la longue une zone équatoriale de matières incohérentes (comme l'anneau de Saturne) tournant séparément dans le même sens et avec la même vitesse qu'elle. Si toutes les molécules de cette zone avaient continué de se condenser, sans se désunir, elles auraient formé à la longue un anneau liquide ou solide; mais la conservation indéfinie de cet anneau eût exigé, sur toute sa circonférence, une régularité de composition très peu probable entre tant d'atomes différents par leur nature, leurs formes et leurs pesanteurs spécifiques. Il dut donc se rompre, à la longue, sur un ou plusieurs points. Dans le premier cas, l'anneau dut se concentrer et prendre une forme sphéroïdale, avec un mouvement dirigé dans le sens de sa révolution, puisque ses molécules inférieures avaient moins de vitesse acquise que les supérieures. Dans le second cas, chaque fraction douée, comme il est aisé de le comprendre, d'un mouvement de rotation dirigé dans le sens du mouvement de révolution, dut former, par concentration, une

masse sphéroïdale animée du même mouvement de translation ou de circulation de l'occident à l'orient.

« Maintenant si l'on voit (dit M. Arago dans ses notes scienti-
» fiques) qu'un des sphéroïdes ait pu s'emparer de tous ceux qui
» provenaient du même anneau, il suffira de lui attribuer une
» masse supérieure à celle de tous les autres. »

La masse sphéroïdale provenant, soit de la concentration de l'anneau rompu sur un seul point, soit de l'absorption de toutes les fractions de l'anneau, par la fraction la plus massive, dut se condenser à son tour, et son mouvement de rotation croissant à mesure qu'elle diminuait de volume par l'effet de la condensation, elle dut produire un anneau de matières incohérentes et fluides, tournant séparément autour d'elle. Cet anneau, en se divisant, dut produire une ou plusieurs masses sphéroïdales, tournant aussi dans le même sens de l'occident à l'orient, avec la vitesse de l'anneau générateur.

Une ou plusieurs de ces nouvelles masses purent à leur tour et de la même manière donner naissance à d'autres masses sphéroïdales, douées des mêmes mouvements de l'occident à l'orient.

Tout ce mécanisme est basé sur les lois de la mécanique céleste de l'illustre Laplace, qui suppose toutefois les atomes écartés dans le principe les uns des autres, dans l'immensité de l'espace, par l'effet d'une chaleur excessive et physiquement impossible, comme je crois l'avoir prouvé pages 37 à 55.

L'explication qui est donnée de la figure 6, pages 59 et 60 de mon ouvrage, fait ressortir parfaitement ce qui vient d'être dit, et donne une idée très exacte de la formation du soleil, de la terre et de la lune.

Pour simplifier les choses, je n'ai pas représenté dans la figure 6 les masses stellaires qui, comme la masse solaire CS, durent se détacher successivement de la masse centrale, génératrice CC, jusqu'à l'époque où cette masse centrale cessa de diminuer de volume, par l'effet de sa solidification.

Je n'ai pas non plus représenté les autres planètes que la masse solaire CS dut aussi produire successivement à différentes distances de son centre jusqu'à l'époque où son volume ne diminuant plus, sa vitesse de rotation devint uniforme et resta la même qu'elle est aujourd'hui.

Dans ma théorie, le grand corps central de l'univers est aux corps solaires ou stellaires ce que ceux-ci sont à leurs planètes ou étoiles binaires, et ce que les planètes ou étoiles binaires sont à leurs satellites.

En un mot, dans l'univers, il n'y a qu'un seul système solaire dans lequel tous les systèmes solaires ou stellaires sont disposés de la même manière que les quatre systèmes planétaires de la Terre, de Jupiter, de Saturne et d'Uranus, sont disposés dans le système solaire dont nous faisons partie.

Maintenant nous allons prendre la terre au moment où elle n'était encore qu'une masse sphéroïdale de matières incohérentes, à l'état atomique, à l'état d'incombinaison et d'incomposition. Ainsi placés dans des conditions de liberté et de très basse température, ses atomes constituants ont dû se rapprocher peu à peu du centre de la sphère en s'attirant mutuellement en vertu de la force attractive inhérente à chacun d'eux. A la longue ils ont dû parvenir à s'y coordonner en couches concentriques, à peu près dans l'ordre de leurs densités relatives, de la même manière que des matières hétérogènes, tenues en dissolution dans un liquide, se déposent successivement au fond d'un vase. (Page 152.)

Les observations astronomiques, celles du pendule, etc., démontrent en effet que le globe terrestre est composé de couches concentriques, dont la densité va décroissant du centre à la surface. (Page 43.)

Il suit de là que les matières métalliques les plus pesantes se sont groupées les premières en un noyau central, autour duquel sont venues se coordonner successivement les autres matières métalliques ou minérales, de moins en moins pesantes, qui forment les couches supérieures, et puis enfin les gaz encore plus légers qui constituent notre atmosphère.

Évidemment parmi ces derniers se trouve le gaz oxygène.

Par conséquent, l'oxydation qui, d'après moi, est la cause de l'incandescence et de la fusion des roches ignées ou cristallisées, a dû nécessairement commencer par les couches supérieures du globe et descendre de couche en couche jusqu'au foyer actuel de nos volcans (à 16 ou 20,000 mètres de profondeur environ). (Page 154.)

Ici je ferai observer que la condensation des atomes élémentaires de notre planète a dû s'opérer graduellement et lentement, suivant la ligne droite résultant pour chacun d'eux de la combinaison de toutes les forces attractives des autres atomes : la chute des atomes vers le centre ne pouvait être déviée de la ligne droite par le mouvement de rotation qui les entraînait tous à la fois, avec la même vitesse et dans le même sens.

Par conséquent, le contact des atomes pondérables nécessaire à la vibration de l'éther n'a pu commencer qu'au centre même de

la sphère, à mesure que chacun d'eux y arrivait dans l'ordre de sa densité respective.

Par conséquent encore, la pression n'a pu s'accroître, au centre, que lentement et graduellement, à mesure que des atomes nouveaux s'ajoutaient successivement à la surface du noyau central.

Or, des additions lentes et successives d'atomes ne pouvaient pas produire sur la masse centrale ces chocs violents, cette compression subite, et cet ébranlement général qui produisent la vibration de l'éther et par suite le phénomène de la chaleur et de la lumière, lorsque nous frappons un caillou avec un autre ou avec un acier, ou bien lorsque nous comprimons subitement l'air atmosphérique dans le briquet pneumatique.

J'insiste sur cette observation essentielle, parce qu'elle fait ressortir une des grandes différences de ma théorie avec celle dont M. Nérée Boubée se dit l'inventeur, suivant laquelle la matière des corps solaires et planétaires, au lieu d'être abandonnée lentement et successivement sur le plan de l'équateur de la nébuleuse universelle et de se condenser ensuite lentement et de s'enflammer jusqu'à l'ignition, se serait au contraire divisée dans l'intérieur de la nébuleuse universelle, en même temps et sur une infinité de points, en des millions de noyaux solaires et planétaires, qui se seraient enflammés et liquéfiés complétement par le seul fait de la condensation.

J'ai exposé, page 153, et je répète ici, que la condensation lente et graduelle des atomes, à mesure qu'ils s'ajoutaient successivement au noyau central, sans choc et sans combinaison chimique de quelque importance, n'a pu produire que de faibles courants électriques et un dégagement d'électricité vers la surface de la terre, ou, en d'autres termes, une expulsion lente et graduelle de l'éther latent, de l'intérieur à la surface.

Le peu de combinaisons possibles entre quelques uns des oxydes ou bases métalliques qui formaient seuls la masse centrale, et la faible vibration qui pouvait résulter du choc ou du poids des atomes qui se déposaient successivement à la surface de cette masse centrale, n'ont pu élever la température de notre planète (et de tous les corps célestes) de 70 degrés au-dessous de zéro à une exaltation capable d'opérer son incandescence et sa fusion complète. (Pages 152 et 153.)

Ne perdons pas de vue que la masse planétaire, dans mon hypothèse, n'est qu'une masse d'atomes dans leur état normal d'incohérence, d'incombinaison et de très basse température, et non un corps déjà gazéifié ou sublimé par le fait d'un nombre donné

de calorique. Ce dernier ne peut passer de l'état gazeux à l'état liquide, et de l'état liquide à l'état solide, que par l'effet d'un dégagement subit de calorique latent, tandis que le premier pourra passer de l'état d'incohérence à l'état solide, sans un dégagement sensible de chaleur. (Pages 182 et 183.)

M. Nérée Boubée est donc mal fondé à réclamer la priorité d'invention de mon nouveau système.

Je passe maintenant à l'époque où commence l'oxydation du sphéroïde terrestre.

Après l'agrégation des matières métalliques de la masse terrestre, l'oxygène de l'air, alors plus abondant, et celui de l'eau qui, à la faveur des courants électriques, se formait et se déposait peu à peu à la surface du globe, dut commencer par se combiner avec les matières métalliques de la plus haute couche, n° 1.

Cette oxydation dut bientôt produire l'incandescence, comme dans l'expérience de Dawy (page 189), et finalement la demi-fusion ou la fusion plus ou moins complète de cette première couche, et lui donner, par suite, un plus grand volume. Mais son volume dut bientôt diminuer graduellement à mesure que son calorique fut soustrait en partie par la couche sous-jacente, n° 2, et en partie par l'atmosphère ambiante. (Page 154.)

Il dut enfin arriver un moment où le retrait résultant du refroidissement y produisit des gerçures et des fentes. Alors l'oxygène de l'air et de l'eau, qui se formait et se déposait incessamment sur la première couche, encore chaude, mais non incandescente, dut pénétrer à travers ces fentes, jusqu'à la couche n° 2, et commencer l'oxydation et la fusion plus ou moins complète de celle-ci.

Dès lors, augmentation de volume de la couche n° 2, qui tend à faire éclater et rompre la couche n° 1, déjà fendillée par l'effet du retrait; enfin, éjaculation de la matière liquéfiée et ascension à travers les fentes de la couche n° 1, par l'effet simultané de la dilatation de la matière en fusion et de la pression exercée sur cette matière en fusion par le retrait et par le poids de la première couche, refroidie et disloquée.

A la longue, refroidissement et diminution de volume, tant de la couche en fusion n° 2, que des matières ignées injectées dans les fentes de la couche n° 1. Par suite, nouveaux retraits et nouvelles fentes dans la couche n° 2, par lesquelles l'eau parvient à la couche n° 3, se combine de nouveau avec les matières métalliques et se trouve décomposée encore par les métaux alcalins, etc. Alors nouvelle incandescence, nouvelle fusion, nouvelle augmen-

tation de volume, nouvelle éjaculation de matière liquéfiée, et ainsi successivement, de couche en couche, jusqu'à l'époque actuelle, avec la seule différence que l'intensité de l'oxydation et des effets produits par elle a dû diminuer graduellement à mesure que la croûte refroidie a augmenté d'épaisseur et que la quantité d'oxygène introduit par les fentes et les pores a diminué et fait diminuer l'étendue et la puissance du foyer. (Dans mon hypothèse, ce foyer finira par s'éteindre à la longue, ou du moins par ne plus produire d'effet sensible sur le sol que nous habitons.)

Dans l'hypothèse de l'oxydation successive des couches terrestres, l'augmentation de volume de la couche sous-jacente, au moment de la fusion, doit compenser et au delà la diminution de volume de la couche oxydée qui se refroidit; par conséquent il ne peut pas s'opérer de diminution dans le volume total de la masse intérieure, ni, par là même, des affaissements tels qu'ils sont supposés par M. Constant Prévost. (Page 207.)

J'espère que ce savant professeur de géologie admettra sans peine mes conclusions, puisqu'il a admis, avec moi, que la matière incandescente et liquéfiée (par oxydation) devait être restreinte dans une petite zone, qu'il place, comme moi, au-dessus du noyau central oxydé et non incandescent et au-dessous de la croûte terrestre, maintenant oxydée et refroidie. (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, des 30 septembre et 7 octobre 1850.)

Je reconnais, du reste, que ses objections étaient parfaitement logiques contre les partisans de la fusion totale de la masse terrestre (la réfutation de l'hypothèse de la fusion totale du globe fait le sujet du deuxième chapitre de mon ouvrage, pages 37 à 56).

Il me paraît impossible, en effet, qu'une masse intérieure, qui diminue sans cesse de volume en passant de l'état de fusion à l'état solide et froid, puisse produire périodiquement ou accidentellement une force expansive ou centrifuge capable de briser son enveloppe solidifiée, et de pousser de bas en haut des masses résistantes de plusieurs mille pieds d'épaisseur, d'en soulever des lambeaux disloqués, etc.

Dans l'hypothèse de ce savant professeur de géologie, les affaissements du sol sont la conséquence du retrait de la matière intérieure en fusion ; dans la mienne, au contraire, ils sont la conséquence de l'éjaculation des matières ignées, et cette éjaculation s'opère, comme nous l'avons déjà dit, par l'effet de l'augmentation de volume de la couche au moment de l'oxydation (augmentation

plus rapide que la diminution), et par l'effet simultané de la pression exercée par la croûte refroidie et disloquée.

Il est évident, en effet, qu'à mesure que les gaz et les matières ignées de l'intérieur sont rejetés au dehors, à travers les fentes du sol, ils laissent nécessairement un vide proportionnel dans la zone intérieure en fusion. Par conséquent, cette zone en fusion qui servait d'appui à la portion de la croûte terrestre disloquée doit diminuer nécessairement de volume et de puissance soutenante, si je peux m'exprimer ainsi, à mesure que les gaz et une partie de la matière s'échappent à travers les fentes et les évents volcaniques : dès lors la croûte disloquée, manquant d'appui, doit évidemment s'abaisser par l'effet même de son propre poids, et favoriser ainsi, par la pression, l'éjaculation de la matière liquéfiée. (Pages 163, 164 et 209.) Alors il s'opère en quelque sorte un jeu de bascule par lequel une portion ou un côté de la croûte disloquée se trouve relevé par la puissance expansive, tandis qu'une autre portion ou un autre côté de cette même croûte se trouve abaissé, par son propre poids, jusqu'au point où il parvient de nouveau à s'appuyer immédiatement sur la zone liquéfiée sous-jacente.

Par conséquent, l'augmentation de volume de la terre, résultant des protubérances produites à sa surface par l'effet des soulèvements ou par l'émission de matières ignées, se trouve entièrement compensée par les dépressions ou affaissements du sol, occasionnés par les vides que laisse chaque émission de matières dans la zone fluide sous-jacente : par conséquent, le niveau général des mers ne peut s'élever, ni le volume total de la terre augmenter ou diminuer.

Toutefois, s'il est vrai que le niveau des mers ait diminué, comme l'enseigne M. Constant Prévost, on trouvera la cause de ce fait dans la quantité d'eau qui n'a jamais cessé de s'introduire dans les fissures des couches profondes où elle est décomposée par les métaux qui la décomposent et absorbent son oxygène.

Séance du 1er mars 1852.

PRÉSIDENCE DE M. D'OMALIUS D'HALLOY.

M. Delesse, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le président proclame membres de la Société :

MM.

MARTURÉ (le docteur Charles), chirurgien aide-major à l'hôpital militaire de Toulouse (Haute-Garonne), rue Pargaminières, 76, présenté par MM. le marquis de Solages et Leymerie ;

DALMAS, propriétaire, à Rozière (Ardèche), présenté par MM. Charles d'Orbigny et Albert Gaudry ;

RIGAULT, propriétaire, membre du conseil municipal, à la Ferté-sous-Jouarre (Seine-et-Marne), présenté par MM. le baron de Brimont et Bourjot ;

Charles BALLU, docteur en médecine, à Nanterre (Seine), présenté par MM. le baron de Brimont et Bourjot.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. de Billy, *Esquisse de la géologie du département des Vosges* (extr. des *Ann. de la Soc. d'émul. des Vosges*, t. VII, 2e ech., 1850); in-8, 48 p. Épinal, chez Ve Gley.

De la part de M. Nérée Boubée, *Cours de géologie agricole théorique et pratique;* in-8, 179 p. Paris, 1852, au bureau de la *Réforme agricole.*

De la part de M. Damour, *Examen chimique de deux roches feldspathiques de l'île d'Elbe* (extr. des *Ann. de la Soc. nat. d'agric., d'hist. natur. et arts util. de Lyon*, 1851); in-8, 51 p., 1 pl. Lyon, 1851, chez Barret.

De la part de M. Deshayes, *Traité élémentaire de conchyliologie*, 14e livraison, t. II, f. 1-12, pl. 82, 83, 85, 118, 123 et 124, in-8.

De la part de M. André Dumont, *Carte géologique de la Belgique*, exécutée par ordre du gouvernement belge; 9 feuilles grand-monde. Bruxelles, 1852.

De la part de M. J. Levallois, *Aperçu de la constitution géologique du département de la Meurthe. Note à l'appui de la*

carte géologique de ce département, exécutée d'après la carte du Dépôt de la guerre (extr. des *Ann. des min.*, 4e sér., t. XIX); in-8, 35 p. Paris, 1851, chez Carilian-Gœury.

De la part de M. Gastaldi, *Ricerche*, etc. (Recherches sur la période glaciale, par M. Ch. Martins; traduit par M. B. Gastaldi, avec notes et additions); in-8, 84 p. Turin, 1851, chez Marzorati.

De la part de M. Marcel de Serres, *Des terrains de transport et tertiaires mis à découvert dans les fondations du palais de justice de Montpellier* (extr. des *Mém. de l'Acad. des sciences et lett. de Montpellier*, sect. des sc.); in-4, 20 p. Montpellier, chez Boehm.

— *Des terrains houillers du département de l'Hérault*; in-4, 49 p.

De la part de M. le docteur J. Belli, *Pensieri*, etc. (Considérations sur la consistance et la densité de la croûte solide de la terre et sur quelques phénomènes qui s'y rapportent) (extr. du *Giorn. dell' I. R. Istit. Lomb. di scien., lett. et arti*, nouv. sér., t. II); in-4, II et 70 p. Milan, 1851, chez Bernardoni.

De la part de M. J. Bronne, *Comparaison entre les terrains primaires de la Bretagne et ceux de la Belgique* (extr. des *Ann. des trav. publ. de Belg.*); in-8, 48 p.

De la part de M. le Dr Nees d'Esenbeck, *Vergangenheit*, etc. (Passé et avenir de l'Académie L. C. I. des naturalistes) (extr. des *Nova acta*, vol. XXIII); in-4, 74 p. Breslau, 1851.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1852, 1er sem., nos 7 et 8.

L'Institut, 1852, nos 946 et 947.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, no 41, 4e année, janvier 1852.

Revue coloniale, 2e série, février 1852; in-8, p. 67 à 192. Paris, 1852.

The Athenæum, 1852, nos 1269 et 1270.

M. Delesse, secrétaire, donne lecture de la lettre suivante qui lui a été adressée par M. de Christol :

Dijon, 16 février 1852.

Mon cher collègue,

Dans ces derniers temps, on a cité assez fréquemment l'Hipparion et le gisement de Cucuron, sans paraître se souvenir que j'ai découvert ce terrain d'eau douce du département de Vaucluse, ainsi que tous les mammifères qui s'y trouvent.

J'ai publié ces découvertes en février 1832, dans les *Annales des sciences du Midi*, recueil qui est dans la bibliothèque de la Société géologique.

L'Hipparion était totalement inconnu avant mes recherches. Dans le temps, on a paru douter que cet animal fût tridactyle; je ne puis que répéter ce qu'en 1832 j'ai dit à cet égard.

Je possède un intermaxillaire entier de *Metaxytherium* (*Metaxytherium Cuvierii*, nob.), trouvé récemment dans les sables marins de Montpellier; cet intermaxillaire est tout à fait pareil à celui du Dugong. Il provient d'un très jeune individu, en sorte que l'incisive, qui est encore dans son avéole, n'avait pas encore percé la gencive. Cette incisive est recouverte d'émail. J'insiste sur ce fait que cet intermaxillaire est entier; rien n'y manque, pas même la partie amincie qui va s'implanter dans le frontal.

On a essayé de substituer le nom d'*Hippotherium* à celui d'Hipparion; je ferai remarquer que le nom d'Hipparion a été publié par moi en février 1832, et que celui d'*Hippotherium* n'a paru qu'en 1833. (*Bulletin de la Société géologique de France*, t. V, page 444.)

Il serait trop long de discuter ici la synonymie du nom de *Metaxytherium*, qui m'est dû, ainsi que la connaissance de ce genre que j'ai, pour ainsi dire, créé pièce à pièce; je me borne à faire observer, pour le moment, que, dans le rapport qu'il fit à l'Académie des sciences sur mon Mémoire, M. Frédéric Cuvier reconnut qu'il m'appartenait de donner un nom à ce nouveau genre, que d'autres ont nommé depuis lors sans avoir égard au droit qui m'était reconnu par la Commission de l'Académie des sciences; mais M. Frédéric Cuvier, qui, dans son rapport en 1834, niait que mon animal fût un mammifère marin, ne voulut jamais admettre le nom de *metaxytherium*, qui signifiait *interposé*, c'est-à-dire *interposé* entre le Dugong et le Lamantin, et il m'engagea à choisir un autre nom.

En 1840, je présentai à l'Académie des sciences un Mémoire dans lequel j'établis le nom de *Metaxytherium*, mais malgré le rap-

port de 1834, qui me réservait ce droit, un autre nom avait été déjà mis en avant.

Enfin, dès 1832, dans les *Annales des sciences du Midi*, j'avais désigné du nom de *Halicore Cuvierii* l'espèce de *Metaxytherium* de nos sables marins de Montpellier; or, M. Gervais a, dans ces derniers temps, supprimé tout simplement cette espèce, et l'a remplacée, en l'appellant *Halytherium Serresii;* en sorte que je ne suis plus pour rien, ni dans le nom de genre, ni dans le nom d'espèce d'un animal que j'ai formé avec les molaires de deux espèces d'Hippopotames de Cuvier, avec deux espèces de Phoques de Cuvier, avec un Lamantin de Cuvier, avec un Morse de Cuvier.

Comme mon intention n'est pas de m'attribuer ce qui appartient à autrui, je dois déclarer que lorsque j'ai donné le nom d'*Hipparitherium* au *Palæotherium Aurelianense* de Cuvier, j'ignorais complétement que cet animal avait déjà reçu, de M. Meyer, un autre nom générique, que je n'hésite pas à adopter : je ferai observer, toutefois, que ce qu'il y a d'important dans cette question, ce n'est pas d'avoir élevé cet animal au rang de genre nouveau, car, au fond, Cuvier l'avait fait; l'important est de l'avoir classé dans les solipèdes, comme je l'ai fait, opinion dans laquelle je persiste autant que jamais. C'est un solipède, mais un solipède à molaires non cimentées, avec toutes les conséquences qui découlent de ce fait. Le cubitus est probablement entier, comme dans l'Hipparion; mais ce fait n'est pas indispensable, en sorte qu'il peut y avoir interruption, c'est-à-dire arrêt de développement dans le cubitus, comme cela a lieu dans les chevaux. L'os péronien y est soudé au tibia comme dans tous les chevaux. Reste la question de savoir si la diaphyse du péroné est complète, ou s'il y a arrêt de développement, comme cela a lieu habituellement dans tous les autres solipèdes.....

Dans tous les solipèdes, et contrairement à l'opinion régnante, le péroné est toujours pourvu d'une tête articulaire inférieure, qui s'articule avec l'astragale : c'est l'os péronien des Ruminants. Dans tous les solipèdes, et contrairement à l'opinion régnante, le cubitus est toujours pourvu d'une tête articulaire inférieure, qui s'articule avec le carpe. Ni Cuvier ni M. de Blainville ne se sont doutés de cela; c'est qu'en effet, quand on l'ignore, cela est difficile à reconnaître.

M. Ch. Deville présente une Notice sur les observations météorologiques faites dans les hôpitaux coloniaux et dont la

rédaction lui a été demandée par M. le directeur des colonies au ministère de la marine (extr. de la *Revue coloniale*, 2e série, février 1852).

La Société procède ensuite à la nomination d'un Trésorier en remplacement de M. Angelot, démissionnaire.

M. de Brimont est nommé Trésorier.

M. Alb. Gaudry donne lecture de la note suivante :

Sur quelques alternances de couches marines et fluviatiles dans les dépôts supérieurs des collines subapennines. — Mémoire de M. Pareto, lu au Congrès scientifique de Turin (extrait par M. Albert Gaudry).

Malgré les travaux que des géologues habiles ont entrepris sur les collines subapennines, plusieurs points n'ont pas encore été suffisamment étudiés. Ainsi, jusqu'à présent on n'a presque pas signalé, *dans les terrains tertiaires de l'Italie*, ces alternances de couches marines et fluviatiles dont on connaît un si grand nombre d'exemples dans d'autres contrées de l'Europe. J'exposerai les quelques observations que j'ai faites, sur ces alternances, en différents lieux de la Ligurie méditerranéenne.

Cette étude pourra nous amener à connaître quelle a été la disposition du continent avant l'émersion des collines subapennines et quelle portion de notre péninsule prenait à cette époque le relief qui lui est propre.

Les environs de Tortonne, et en particulier les collines de Carenzano et de S. Agata, sont un des points sur lesquels l'alternance des couches fluviatiles et marines a des caractères tranchés.

Ce rameau très considérable de l'Apennin ligurique, s'élevant à une hauteur absolue de 1600 à 1700 mètres, présente, de bas en haut, les couches suivantes :

Un calcaire marneux de l'époque crétacée ;

Des assises de poudingue polygénique et de psammite-mollasse, qui appartiennent à l'étage moyen de la série tertiaire générale, étage qui correspond à la partie inférieure des terrains tertiaires que l'on trouve en Italie ;

Des couches de marne, de sables, de cailloux et de calcaires de l'étage subapennin. C'est au milieu de ces calcaires que l'on trouve les couches renfermant des mollusques fluviatiles.

A partir de Bavantore, où l'on peut à peu près placer la limite

entre le terrain tertiaire ancien et le récent, si l'on marche sur la crête de la colline, presque dans le sens du N.-O., vers S. Agata, ou si l'on chemine dans le lit même du Rile, on rencontre en allant, comme précédemment, de bas en haut :

Des couches assez inclinées dans le sens d'O.-N.-O., composées de marnes cendrées, et renfermant de nombreux fossiles, qui se rapprochent de ceux de la colline de Turin plus que de ceux de l'Astesan et du Plaisantin (*Pholas inflata*, *Turbo Amedei*) ;

Des calcaires blanchâtres, dont la stratification est indéterminée et qui souvent présentent l'aspect du Cargniolo ou Rauchwacke;

Des calcaires renfermant beaucoup de fossiles de l'époque tertiaire récente : *Cytherea multilamella*, *Venus rugosa*, etc. Par leurs caractères minéralogiques, ils ressemblent à certains calcaires du Montferrat et des environs de Gassino, placés, par quelques auteurs, dans les terrains secondaires; mais à S. Agata, ils appartiennent évidemment à l'époque tertiaire ;

Au-dessus de ces calcaires, quelques lits de marne;

Au-dessus des lits de marne un puissant mamelon de gypse laminaire et spathique, sans stratification apparente ;

Au-dessus du gypse, une épaisse couche de cailloux peu liés entre eux, et qui sont les uns calcaires, les autres serpentineux ; ils paraissent provenir des montagnes environnantes ;

Des alternances de marnes bleuâtres et de lits de cailloux au milieu desquels on rencontre des fragments de lignite;

Une couche marneuse, contenant du sable, du bitume disséminé, de nombreux fragments de lignite ou de bois bitumineux.

C'est principalement dans ces dernières couches que l'on trouve des fossiles fluviatiles : *Melanopsis carinata*, Bon., *Melanopsis buccinoidea*, *Neritina pisum*, Bon., *Melania semi-plicata*, Bon., *Melania buccinella*, id., *Melania patula*, id., etc. On rencontre parmi ces fossiles d'eau douce des *Cardium* et quelques traces de *Mytilus;* enfin, une accumulation de cailloux subordonnés d'abord à de petits lits de marne et de sable, et ensuite à d'autres marnes bleuâtres qui, aux environs de Villa Alvernia, sont très riches en fossiles subapennins. Les marnes bleuâtres dont nous parlons sont horizontales et recouvertes par des sables jaunes et des lits de cailloux, renfermant une grande quantité d'Huîtres et de Peeten.

La section que nous avons décrite en détail est celle que l'on voit en descendant la vallée du Rile. Si, au lieu de cheminer dans le lit du ruisseau, le géologue eût marché sur la colline en descendant de S. Agata vers Cassano, il aurait trouvé une section semblable, et il aurait rencontré des fossiles d'eau douce dans des

couches de marne et de gravier en continuation avec celles que nous avons signalées ci-dessus. Quoiqu'il y ait ici des alternances ou des intercalations évidentes de couches renfermant des êtres qui ont vécu dans des fluides de nature différente, cependant les circonstances du dépôt ne nous permettent pas de supposer qu'il y ait eu changement complet et que la mer ait cédé, pendant un temps plus ou moins long, sa place à une nappe d'eau douce pour reprendre ensuite ses anciennes limites; il faut plutôt penser qu'il y a eu à cette place l'embouchure d'un torrent ou d'un petit fleuve qui, provenant des terres environnantes déjà émergées, débouchait sur ce point. Il y aurait ainsi déposé les êtres qui vivaient dans ses eaux, les fragments de bois et les cailloux qu'il entraînait des montagnes dont il descendait et d'où il tirait les matériaux de ses alluvions. On pourrait aussi supposer, mais d'une manière moins plausible, que sur cet endroit, le fond de la mer, exhaussé par les matériaux amenés des montagnes voisines, ait donné lieu à un estuaire dont les eaux moins salées auraient permis aux Néritines, aux Mélanies, aux Moules et aux Bucardes d'y vivre, tandis qu'en dehors se déposaient des couches essentiellement marines. Le fait le plus positif qui découle de ce phénomène, c'est que dans la direction à peu près S.-E. de Tortonne, il y avait à l'époque subapennine une terre émergée ; cette terre, d'une surface plus ou moins grande, devait à peu près occuper l'espace où s'élèvent aujourd'hui les montagnes d'Antola et de Gialolo. A l'appui de l'existence de cette terre, je rappellerai l'existence de végétaux terrestres, des *acer*, des *ulmus* que l'on trouve en grande abondance dans les gypses et les grès des environs de Voghera, de Stradella, etc., et dont la belle conservation accuse le peu de distance de la terre sur laquelle ils ont vécu. De plus, l'examen de la nature minéralogique des cailloux renfermés dans ces couches nous fait voir d'une manière plus spéciale que les points d'où ils venaient étaient situés sur les Apennins; c'est seulement dans la direction de ces montagnes que l'on trouve des roches analogues au plus grand nombre des cailloux renfermés dans les poudingues que nous venons de nommer.

Dans les environs de Cherasca, entre ce dernier pays et Narzole, on voit des alternances semblables à celles du Tortonnais. Là aussi on rencontre une couche avec Néritines, Mélanopsides, et fragments de lignite dans des marnes bleuâtres, remplies de cailloux. Ces cailloux forment le substratum de la plaine piémontaise, ainsi qu'il est démontré par les profondes excavations qu'ont ouvertes, dans cette plaine, le Tanara et le Shira. Le lit de ces rivières est

creusé jusqu'à une profondeur de 80 mètres environ au-dessous du niveau du haut plateau piémontais. Du fond de ces excavations, on monte à la surface par des espèces de hauts gradins ou de terrasses qui indiquent les lits occupés successivement par les eaux. Si l'on observe attentivement les rives, on voit qu'elles sont composées de couches horizontales de marnes plus ou moins sableuses, avec fossiles pliocènes; c'est parmi ces marnes que l'on voit, près de Narzole, le lit à mollusques fluviatiles. On doit supposer que le courant qui a formé ces dépôts descendait du côté de Calizzano et de Garessia, plutôt que du côté du mont Viso.

On voit des alternances très remarquables sur le versant de l'Apennin qui regarde la Méditerranée. Aux environs de Siène, en particulier, les terrains pliocènes, composés de marnes marines, de cailloux avec lits de lignite, et de marnes bitumineuses à fossiles lacustres, offrent des coupes variées. Ainsi, dans la petite vallée à l'O. de la ville, au-dessous de Prato et tout près des lavoirs, on voit des amas de cailloux roulés et un banc marneux renfermant la *Melania* (*Turbo* de Brocch.) *striata*, et quelques traces de lignite avec Mélanopsides. Ce banc est recouvert par des marnes marines, dans lesquelles sont des *Cardium* et des *Cerithium*. Dans le ruisseau qui coule à l'E. de la ville, près de la porte appelée Ovile, au-dessous des strates à Mélanopsides, on voit des couches marines formées de cailloux et de sables. Au-dessous de ces couches apparaît de nouveau une marne çà et là bitumineuse, qui renferme de nombreux individus aplatis de *Melanopsis buccinoidea*.

Près de Riluogo, à environ une heure de chemin de Siène, les alternances sont encore mieux développées. En allant de haut en bas, on voit successivement :

1° Des sables jaunes ; 2° un banc de poudingue recouvrant un lit de marne blanchâtre avec *Melanopsis buccinoidea;* 3° une couche de marne argilo-sableuse renfermant des mollusques fluviatiles : dans la partie supérieure de cette coupe, on trouve des *Cardium;* 4° un autre lit d'argile marneuse avec nombreux fossiles marins, mêlés à des Néritines et à des Mélanies. Ces derniers mollusques sont en grand nombre dans la partie supérieure de la couche. Enfin, des marnes argilo-sableuses bleuâtres et des sables jaunes, exclusivement marins.

Un peu plus loin de Siène, dans le ruisseau appelé Bozzane, on voit une coupe semblable. Ici, outre les marnes à fossiles fluviatiles et marins, il y a une couche de lignite ayant environ 1 pied d'épaisseur, accompagnée par quelques lits de marne à Cérites et *Cardium*, et par de minces couches de cailloux:

En résumé, nous avons vu l'association constante des cailloux, du lignite et des morceaux de bois bitumineux avec les mollusques d'eau douce; nous avons trouvé mélangés des fossiles marins et fluviatiles dans la même couche; il est donc plus que probable que ces dépôts n'ont pas été formés dans des bassins séparés, mais sous l'eau de la mer, et par voie de transport, ou par les alluvions de quelque courant d'eau douce qui avait son embouchure peu loin des localités où nous avons trouvé des fossiles marins et d'eau douce. Jusqu'à présent nous avons étudié ces mélanges dans la grande masse de marnes et de sables que M. Lyell rapporte à la période pliocène; on en voit aussi dans les mollasses et les grès qui les précèdent, ou en d'autres termes dans la période miocène.

Ainsi, près de Bagnosco, dans une tranchée qui se voit sur les bords du Tanaro, il existe un banc puissant de mollasse, surmonté par une couche de poudingue subordonnée à des marnes avec du sable et des nodules de fer sulfuré en décomposition; au milieu de ce dernier banc, il y a un petit lit marneux, renfermant entre ses feuillets du lignite presque aussi luisant que du jayet. Dans ce lignite on trouve des Planorbes et des bivalves qui sont sans doute des Anodontes ou des Unios. Au milieu de ce banc il y a une nouvelle couche de poudingue subordonnée à de la marne analogue à la précédente. Dans les mollasses et dans quelques parties des marnes sableuses, on voit des traces de fossiles, probablement marins, et un grand nombre d'empreintes végétales ont été découvertes dans des couches qui leur sont analogues.

Je répéterai, à propos du lignite de Bagnosco, ce que j'ai dit précédemment, c'est que ce lignite est un indice évident de l'embouchure d'un petit fleuve, et que, non seulement à l'époque comparativement récente de la période pliocène, mais aussi à celle plus ancienne du miocène, il y avait, dans les environs, des terres émergées : les nombreux restes d'*Anthracotherium*, de *Sus*, etc., trouvés dans les lignites de Cadibona, la mâchoire de *Lophiodon* récemment découverte par M. Sismonda dans les mollasses de Céva, en sont la preuve évidente.

Après avoir signalé les alternances de fossiles marins et d'eau douce des époques pliocène et miocène, après avoir indiqué quelle était à peu près la position générale des terres émergées à ces époques, il nous faut essayer de tracer les contours probables de ces terres. Il devait y avoir une île vers l'E., là où sont les montagnes du val d'Aveta et de la Trebbia; la mer qui couvrait les régions où aujourd'hui il y a les collines des Langhe, communiquait avec le bassin actuel de la Méditerranée, en passant par les points où

se voient maintenant S. Giustina et Celle; sans doute, elle s'avançait beaucoup vers Gênes, là où s'élèvent aujourd'hui Croce di Fièschi, Savignone, Casella. Au contraire, sur le versant méridional, la montagne de Portofino étant déjà émergée à l'O. de la communication des deux bassins, la mer était limitée par les montagnes de S. Giacomo, Calizzano, par celles de la vallée du Tanaro, au-dessus d'Orméa, et enfin par une partie des Alpes maritimes.

Telles étaient, d'après ma manière de voir, les limites de la mer à l'époque miocène. Ensuite les contours des rivages changeaient; la mollasse se soulevait et ses couches étaient disloquées; le bassin méridional était séparé de celui du N. par l'émersion du col de S. Giustina, et l'Apennin était lié aux Alpes occidentales, qui prenaient alors à peu près le relief qu'elles conservent aujourd'hui. C'est à cette époque que se formaient, sur le versant septentrional, les collines des Langhe, celles de la vallée de la Bormida et les montagnes de poudingue de la vallée de la Scrivia, sur le versant méridional, le monticule de Portofino, composé de poudingues, et ceux qui sont situés entre Varagine et Albissola.

Plus tard est survenu un autre mouvement, et la mer a quitté toute la vallée lombarde, laissant à découvert les collines de l'Astesan, celles du Tortonnais et celles qui s'étendent de Parme à Plaisance. Les alluvions ont nivelé ensuite les vallées mises à découvert, et la Lombardie et le Piémont ont pris à peu près l'aspect qu'ils conservent encore.

Il nous reste à mentionner quelques uns des indices d'âge et de direction que nous avons trouvés dans les différentes couches. Ainsi, les couches du miocène des environs de Tortonne et du val de la Bormida paraissent être dirigées dans le sens du S.-S.-O., perpendiculairement au sommet des Apennins et parallèlement à la direction des Alpes occidentales. Au contraire, les calcaires secondaires ou crétacés supérieurs, tant aux environs de Casole que dans quelques parties du Tortonnais, semblent se diriger dans le sens des Pyrénées, ou de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E.

Les directions que l'on rapporte aux Alpes occidentales se voient assez souvent dans les collines qui s'étendent de Casole aux environs de Cinzano, où il y a des couches de mollasse très inclinées et presque verticales.

Séance du 15 mars 1852.

PRÉSIDENCE DE M. VIQUESNEL, *vice-président.*

M. Delesse, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

AMETTE fils, à Saint-Denis (Seine), présenté par MM. Hébert et Haguette;

BRANGÉ, conducteur des ponts et chaussées, à Dijon (Côte-d'Or), présenté par MM. de Christol et de Verneuil,

DE RAINNEVILLE, ingénieur civil des mines, à Paris, rue de Babylone, 53, présenté par MM. de Bousquet et de Verneuil.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, février 1852.

De la part de M. Ch. d'Orbigny, *Nouveau manuel complet de géologie*, par M. J. J. N. Huot; nouvelle édition, revue par M. Ch. d'Orbigny; in-18, 314 p., 4 pl. Paris, 1852, chez Roret.

De la part de M. Alexis Perrey, *Note sur un bruit entendu à Dijon le 6 juin* 1850 (extr. du *Bull. de l'Acad. roy. de Belg.*, t. XVII, n° 8); in-8, 18 p.

— *Note sur les tremblements de terre en* 1850, *avec supplément pour les années antérieures* (extr. des *Mém. de l'Acad. des sc., arts et bell.-lett. de Dijon*, 1851); in-8, 36 p. Dijon, chez Tricault.

De la part de M. le prince E. Galitzin, *La Finlande. — Notes recueillies en* 1848, *pendant une excursion de Saint-Pétersbourg à Tornéo;* 2 vol. in-8, 375 et 456 p., 2 pl., 1 carte. Paris, 1852, chez Arthus Bertrand.

De la part de M. G. Scarabelli, *Sopra i depositi quater-*

narj, etc. (Sur les dépôts quaternaires de l'Imolèse. — Note rectificative de quelques opinions sur le gisement des ossements fossiles. — Lettre de M. G. Scarabelli à M. le Dr A. Toschi) (extr. des *Ann. di scienz. matem. e fisic.*, Rome, 1852); in-8, 11 p., 1 pl. Rome, 1852.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1852, 1er sem., nos 9 et 10.

L'Institut, 1852, nos 948 et 949.

Bulletin de la Société de géographie, 4e série, t. II, no 12, décembre 1851.

Mémoires de la Société libre d'émulation du Doubs, 2e sér., Ier vol., 1850. Besançon, 1851.

The Athenæum, 1852, nos 1271 et 1272.

M. de Brimont, trésorier, présente à la Société le projet de budget pour 1852, discuté et adopté par le Conseil.

Budget des Recettes et des Dépenses pour 1852, présenté par M. Éd. DE BRIMONT, trésorier.

RECETTE.

DÉSIGNATION des chapitres de recette.	NUMÉROS DES ARTICLES.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1851.	RECETTES effectuées en 1851.	SOMMES admises pour 1852.
§1. Produits ordinaires des réceptions.	1	Droit d'entrée et de diplôme.	500 »	620 »	500 »
	2	Cotisations. de l'année courante.	8,500 »	8,340 »	8,500 »
	3	Cotisations. des années précédentes.	1,500 »	1,960 »	1,500 »
§2. Produits extraord. des réceptions	4	Cotisations. anticipées.	300 »	320 »	300 »
	5	Cotisations une fois payées.	600 »	1,200 »	300 »
§3. Produits des publications.	6	Vente de. Bulletin.	600 »	1,171 50	800 »
	7	Vente de. Histoire des progrès de la géologie.	1,300 »	1,040 »	1,600 »
	8	Vente de. Mémoires.	1,000 »	663 35	800 »
	9	Vente de. cartes coloriées.	20 »	12 »	20 »
§4. Recettes diverses.	10	Arrérages de rentes sur l'État. 5 o/o.	1,585 »	1,624 »	1,624 »
	11	Arrérages de . . . id. . . . 3 o/o.	32 »	85 50	90 »
	12	Allocation de M. le ministre de l'instruction publique.	1,000 »	1,000 »	1,000 »
	13	Recettes imprévues.	100 »	21 50	50 »
	14	Remboursement de frais de mandats.	25 »	» »	20 »
	15	Recettes extraordinaires relatives au Bulletin.	50 »	» »	50 »
			17,112 »	19,291 85	17,154 »
§5. Solde des comptes de 1851.	16	Reliquat en caisse au 31 décembre 1851.			2,932 95
		Total de la recette prévue pour 1852.			20,086 95

DÉPENSE.

DÉSIGNATION des chapitres de dépense.	NUMEROS DES ARTICLES.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1851.	DÉPENSES effectuées en 1851.	DÉPENSES admises pour 1852.
§ 1. Personnel.	1	Agent. son traitement	1,800 »	1,800 »	1,800 »
	2	Agent. travaux auxiliaires	300 »	300 »	300 »
	2 *bis*	Agent. gratifications	200 »	200 »	200 »
	3	Garçon de bureau. ses gages	800 »	800 »	800 »
	4	Garçon de bureau. gratification	100 »	100 »	100 »
§ 2. Frais de logement.	5	Loyer, contributions, assurances	1,250 »	1,280 75	1,280 »
	6	Chauffage, éclairage	500 »	509 55	500 »
§ 3. Frais de bureau.	7	Dépenses diverses	200 »	224 45	200 »
	8	Ports de lettres	200 »	157 »	200 »
	9	Impressions d'avis, circulaires, etc.	150 »	181 »	150 »
§ 4. Encaissement.	10	Change et timbre de mandats	150 »	10 60	100 »
§ 5. Matériel	11	Mobilier	100 »	160 50	100 »
	12	Bibliothèque	600 »	670 30	1,000 »
	13	Collections	50 »	13 »	50 »
§ 6. Publications.	14	Bulletin. impression, papier, planches	5,000 »	5,261 50	5,000 »
	15	Bulletin. port	1,000 »	891 35	1,000 »
	16	Histoire des progrès de la géologie	3,400 »	2,742 55	5,000 »
	17	Mémoires. achat d'exemplaires	2,000 »	1,500 »	1,500 »
	18	Mémoires. dépenses supplémentaires	150 »	116 25	25 »
	19	Mémoires. menus frais et coloriage de cartes	25 »	5 75	25 »
§ 7. Placement de capitaux	20	Achats de rentes sur l'État	700 »	1,174 60	300 »
§ 8. Dép. imprévues.	21	Avances remboursables	100 »	15 50	50 »
			18,775 »	18,118 65	19,680 »

RÉSULTAT GÉNÉRAL.

La recette étant de	20,086 fr. 95 c.
Et la dépense de	19,680 »
La différence serait de	406 fr. 95 c.

La Société adopte le budget sans aucune modification.

M. le secrétaire communique, de la part de M. Laurent, la lettre suivante qui est relative au projet de forage d'un puits artésien à Troyes :

Paris, le 27 février 1852.

Monsieur le secrétaire,

Lors de la séance du 16 février, plusieurs membres ont blâmé l'exécution d'un forage fait à Rouen pour recherches du terrain houiller.

Comme géologue, nous rejetons la responsabilité d'une semblable entreprise ; mais, en ce qui concerne le forage de puits arté-

siens à Troyes, nous n'hésitons pas à déclarer que notre conviction est qu'on obtiendra des eaux jaillissantes à la base des argiles du gault. Nous avons conseillé un premier forage sur le point le moins élevé de la ville, afin qu'un résultat étant obtenu, on puisse, par la force ascensionnelle de la nappe d'eau, déterminer les autres points de la ville où l'on pourrait entreprendre sagement d'autres puits. Nous regrettons, à ce sujet, que la Société géologique n'ait point cru devoir donner son opinion sur la question qui lui était posée : comme membre, nous émettons notre conviction personnelle, sollicitant de nos collègues, mieux informés, la réfutation de notre opinion, si elle présume mal la question.

M. le secrétaire pour l'Étranger donne l'extrait suivant d'une lettre adressée par M. le Dr Fraas à M. Martins :

Laufen, près Balingen, 20 février 1852.

J'ai été assez heureux pour découvrir une couche tertiaire à ossements au sommet de l'*Alb* de notre Souabe, qui présente tous les caractères du gypse de Montmartre et de Pantin; l'annonce de cette découverte pourra, je pense, intéresser les membres de la Société géologique, à laquelle je me propose d'envoyer, plus tard, mon travail à ce sujet.

Les restes de Paléothérium et d'animaux contemporains se rencontrent dans un banc d'argile, de quelques pieds de puissance, au-dessus d'un dépôt de fer oolitique, dans une excavation, près Fronsteten (Sigmaringen). On trouve surtout des dents bien conservées et seulement recouvertes d'une matière grasse, jaune brunâtre. En outre, les ossements les plus durs, comme ceux des extrémités, offrent une bonne conservation et sont pénétrés de fer. Leur ressemblance avec les restes du gypse parisien est si évidente, qu'on peut les déterminer d'après Cuvier et Blainville. On reconnaît ainsi :

1. *Palæotherium medium*, Cuv. (qui devrait comprendre les espèces *crassum* et *indeterminatum*).
2. *Palæotherium latum*, Cuv.
3. *Palæotherium magnum*, Cuv. (pl. 131, 1).
4. *Plagiolophus minor*, Pomel (*Palæoth. minus*, Cuv.).
5. *Plagiolophus hippoides*, Lartet.
6. *Anoplotherium commune*, Cuv.
7. *Anoplotherium gracile*, Cuv.
8. *Dichobune leporinum*, Cuv.
9. *Dichobune murinum*, Cuv.
10. *Amphicyon intermedius*, H. de Meyer.

11. *Amphicyon minor*, H. de Meyer.
12. 2 espèces de Tortues.
13. 2 espèces d'oiseaux (Cormoran et Bussard).
14. 1 Crocodile.

Le genre *Plagiolophus* de Pomel est, de tous, le plus abondant. Je crois tout à fait vraie l'idée de Pomel, que le *Palæotherium curtum* de Cuvier se confond avec le petit *Plagiolophus ;* à la mâchoire inférieure, je n'ai trouvé que 4 incisives au lieu de 6 qu'on admettait jusqu'à présent.

Les animaux les plus rares sont les petits *Dichobune*.

Il est bien remarquable de retrouver cette formation parisienne spéciale, à ossements fossiles, formant une couche régulière sur ce sommet de l'Alb de Souabe, dont la hauteur est de 3000 pieds; cependant, l'identité des fossiles prouve tellement l'identité des couches, qu'on doit en conclure que les minerais de fer oolitique de cette localité sont de même âge que le gypse parisien.

M. Cornalia présente de la part de M. Belli un mémoire italien intitulé : *Pensieri sulla consistenza e sulla densità della crosta solida terrestre e su alcuni fenomeni che vi hanno relazione*, del Dr Giuseppe Belli, etc., etc.

M. Belli, dans son *Mémoire sur la consistance et sur la densité de la croûte solide du globe*, cherche à établir, à l'aide du calcul, que l'enveloppe de la terre est absolument incapable de se soutenir elle-même à cause de l'hétérogénéité et de la discontinuité de ses parties. Il pense qu'elle doit toujours s'appuyer sur le noyau fluide intérieur, par lequel elle est entièrement soutenue. Par conséquent il ne saurait se former des vides entre la partie solide de la terre et entre sa partie fluide, comme plusieurs auteurs l'ont prétendu. M. Belli démontre, d'ailleurs, que la croûte solide du globe ne peut jamais comprimer trop les parties fluides centrales, et qu'une petite force, agissant de l'intérieur à l'extérieur, suffirait pour que l'enveloppe se brisât et se déchirât dans tous les sens; cependant, la partie solide étant un peu plus dense que le fluide intérieur (à peu près dans le rapport de 100 à 101), elle exerce sur ce dernier une certaine pression à laquelle l'auteur attribue l'élévation constante des laves vomies par certaines bouches volcaniques (Kiranea, îles Sandwich, Stromboli); et il a calculé que cette élévation, qui

correspond à l'état d'équilibre, est en moyenne de 700 à 840 mètres au-dessus du niveau de la mer.

M. Haime lit un mémoire ayant pour titre : *Observations sur les Bryozoaires fossiles de la grande oolite.*

M. le Président annonce que le travail de M. Haime sera renvoyé à l'examen de la commission des *Mémoires.*

Séance du 5 avril 1852.

PRÉSIDENCE DE M. D'OMALIUS D'HALLOY.

M. Delesse, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Louis Rütimeyer, docteur ès sciences, à Berne (Suisse), présenté par MM. Martins et d'Archiac.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, mars 1852 ; in-4.

De la part de M. Daubrée, *Mémoire sur le gisement du bitume, du lignite et du sel dans le terrain tertiaire des environs de Bechelbronn et de Lobsann* (*Bas-Rhin*) (extr. des *Ann. des min.*, 4e sér., t. XVI, 1849) ; in-8, 36 p., 1 pl. Paris, 1850, chez Carilian-Gœury.

De la part de M. Ch. Lory, *Notice sur le plateau jurassique du nord de l'Isère* (extr. du *Bull. de la Soc. de statistiq. du département de l'Isère*) ; in-8, 16 p. Grenoble, chez Maisonville.

De la part de M. Alcide d'Orbigny, *Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphiques*, t. II, fascicule 1 ; in-18, 382 p., tableaux, nos 6 à 17. Paris, 1852, chez Victor Masson.

De la part de M. de Rouville, *Simple note à propos de la*

question proposée en 1851 *par l'Académie des sciences de Paris pour le prix des sciences naturelles* (extr. des *Mém. de l'Acad. des sc. et lett. de Montpellier*, sect. des sc.); in-4, 6 p. Montpellier, chez Boehm.

De la part de M. Alfred Maury, *Des ossements humains et des ouvrages de main d'homme enfouis dans les roches et les couches de la terre; pour servir à éclairer les rapports de l'archéologie et de la géologie* (extr. du XXIe vol. des *Mém. de la Soc. des antiquaires de France*); in-8, 43 p. Paris, 1852, chez Crapelet.

De la part de M. le chevalier de Paravey, *Preuves de l'antique science qu'ont possédée les peuples à écriture hiéroglyphique et antédiluvienne;* in-8, 12 p.

De la part de M. Provana de Collegno, *Nota*, etc. (Note sur les terrains des environs de la Spezzia); in-4, 8 p. Février 1851.

De la part de M. le Dr A. Massalongo, *Sopra le piante fossili dei terreni terziarj del Vicentino Osservazioni;* in-8, 264 p. Padoue, 1851, chez Bianchi.

— *Conspectus Floræ tertiariæ orbis primævi;* in-18, 37 p. Padoue, 1852, chez Bianchi.

De la part de M. Robert W. Mylne, *London and its environs topographical and geological map;* 1 feuille colombier. Londres, 1851.

— *Section of the well*, etc. (Coupe du puits creusé dans la cour de la Banque d'Angleterre); 1 feuille colombier. Londres.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1852, 1er sem., nos 11 à 13.

L'Institut, 1852, nos 950 à 952.

Annales des mines, 4e sér., t. XX, 5e livraison de 1851.

Bulletin de la Société de géographie, 4e série, t. III, no 13, janvier 1852.

Bulletin de la Société de statistique, des sciences naturelles et des arts industriels du département de l'Isère; 1re série, t. I à IV; 2e série, t. I. Grenoble, 1840, 1843, 1845, 1848 et 1851, in-8.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, t. XXIII, no 115; in-8.

Travaux de l'Académie de Reims, année 1851 - 1852, nº 2, trimestre de juillet 1851.

Zeitschrift, etc. (Bulletin de la Société géologique allemande) ; vol. III, 3e cah., mai à juillet 1851. Berlin, 1851, in-8.

The Athenæum, 1852, nos 1273 à 1275.

Philosophical transactions of the royal Society of London, pour l'année 1851, part. III, in-4.

— *Proceedings of the royal Society of London;* vol. V, 1850, nº 76; vol. VI, 1851, nos 78 à 82; in-8.

Liste des membres de la Société royale de Londres au 30 novembre 1851 ; in-4.

The quarterly journal of the geological Society of London, nº 27, vol. VII, août 1851 ; nº 29, vol. VIII, février 1852 ; in-8.

M. Viquesnel offre à la Société, de la part de l'auteur, une brochure intitulée : *Sur l'établissement de bonnes routes et surtout de chemins de fer dans la Turquie d'Europe*, par M. A. Boué. Vienne, 1852, 52 pages de texte, in-8 (petit format). Chez Guillaume Braumüller.

M. Viquesnel résume ainsi les opinions émises par l'auteur :

Je vous demande la permission, messieurs, de vous exposer le résumé des questions importantes que vient de traiter mon excellent ami et compagnon de voyage M. Boué. Le sujet de sa notice ne touche que de loin aux études ordinaires de la Société ; je dois donc rechercher la concision, m'interdire toute espèce d'appréciation sur les idées théoriques ou pratiques de l'auteur, et remplir dans ce rapide examen le simple rôle de narrateur.

Les cartes dressées par le colonel Lapie qui accompagnent mes deux mémoires sur la Turquie (1) représentent les parties les plus intéressantes de l'empire que traversent les différents tracés de chemins de fer proposés. J'ai essayé de rapporter ces tracés sur les deux exemplaires que je place sous vos yeux et dont j'ai l'honneur de faire hommage à la Société.

---

(1) *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe*, inséré dans deux volumes des *Mémoires de la Société géologique de France*, 1re sér., t. V ; et 2e sér., t. Ier.

M. Boué divise son travail en trois parties : il commence par rappeler brièvement l'influence que les grandes découvertes exercent sur les progrès intellectuels et sur le bien-être matériel de l'humanité. Puis il ajoute : « Ces pensées surgissent dans mon es-
» prit en essayant de tracer les chemins de fer les plus importants
» à faire en Turquie, parce que je crois trouver dans leur exécu-
» tion le moyen le plus puissant et le plus prompt pour civiliser
» ce bel empire, pour le repeupler, donner de la valeur aux pro-
» duits de son sol fertile et de ses industries, l'enrichir, lui et le
» trésor ottoman, ainsi que le défendre. D'une autre part, je vois
» luire pour cette superbe Hongrie des temps plus prospères ; pen-
» dant que la civilisation allemande la pénètre du côté de l'ouest,
» elle gagnerait par les routes de fer de la Turquie de se trouver
» transportée, elle et ses produits, par la voie la plus courte, sur
» l'Adriatique, comme sur la mer Égée. »

Ainsi, d'après M. Boué, les puissances étrangères voisines ont intérêt à concourir au développement de la prospérité de la Turquie.

Première partie. — Les routes de la Turquie d'Europe.

L'orographie de la Roumélie ne présente, selon l'auteur, que quatre séries de lignes, savoir : N.-O., E.-N.-E., O.-N.-O., et N.-N.-E. La dernière direction ne se rencontre que dans la Servie et la Turquie orientale. Les accidents O.-N.-O. forment le relief principal du Rhodope et de la presque totalité de la Macédoine. Les lignes E.-N.-E. se reconnaissent dans le Balkan, le Schar, le plateau central et çà et là dans la haute Albanie et la Thessalie. Les directions N. O. sont prédominantes ; elles constituent principalement la Roumélie occidentale et s'étendent jusqu'au Balkan ; elles dessinent encore les traits les plus saillants de la Thessalie et de la Chalcidique.

Ces considérations préliminaires font entrevoir : 1° que les nombreuses vallées longitudinales courant N.-O. offrent les moyens de communication les plus faciles ; 2° que les crêtes de montagnes opposent plus ou moins de difficultés au tracé des routes dirigées du N. au S. et surtout de l'E. à l'O. Néanmoins un certain nombre de fentes ouvertes pendant l'époque alluviale, présentant ces deux dernières directions, servent sur plusieurs points aux communications les plus ordinaires.

M. Boué renvoie à son ouvrage sur *la Turquie d'Europe* (Paris, 1840) le lecteur qui voudrait connaître la statistique des routes de

la Roumélie et se contente d'esquisser à grands traits la physionomie, la nature du sol et les accidents de terrain que présentent les routes suivantes; il indique en même temps les travaux à faire pour les rendre carrossables.

1° Route de Belgrade à Constantinople;

2° Route de Belgrade à Sérès, Salonique, Larisse;

3° Routes à travers le Balkan;

4° Routes de Constantinople à l'Adriatique;

5° Routes de la Turquie centrale;

6° Routes de montagnes de la haute Mœsie, Bosnie et Herzegovine.

Deuxième partie. — Les chemins de fer.

A. *Route de fer de Belgrade à Constantinople, et en général de la Turquie orientale.* — Ce long trajet a été si bien tracé par la nature, qu'il n'offre aucune difficulté sérieuse à l'établissement d'un chemin de fer. La voie, profitant des vallées longitudinales, suivrait en grande partie la direction de la grande route actuelle. Il est probable que des travaux d'art de peu d'importance suffiraient pour franchir les deux principaux obstacles : 1° le partage des eaux entre Pirot (*Chéirkeui*) et Sophie qui s'élève d'environ 450 mètres au-dessus de la première localité et de 200 mètres au-dessus de la seconde; 2° les deux cols du bassin d'Ithiman qui se trouvent environ à 200 mètres au-dessus de Sophie. On éviterait le passage de la Porte Trajane et la descente d'Hissardjik en dirigeant la voie par la vallée d'un affluent du Kis Derbend (Défilé de la fille) qui se mêle à la Maritza.

On pourrait joindre à cette grande artère des routes latérales : par exemple, un chemin relierait Sophie au Danube ou même à Vidin par la vallée du grand Isker; un autre réunirait à Andrinople, au moyen de la vallée de la Tondja, les villes industrielles d'Islivné, de Kézaulik, et même celles d'Eski Zaghra et de Karnabat; si l'on voulait pousser cette voie jusqu'au Danube, on trouverait le point le plus favorable pour franchir le Balkan entre Karnabat et Choumla; mais il faudrait dépenser des sommes assez fortes pour couper à angle droit plusieurs lignes de vallées et de plateaux ou basses crêtes dirigées de l'O. à l'E. Enfin un troisième embranchement, partant des environs d'Andrinople, suivrait le cours inférieur de la Maritza, et conduirait au port d'Enos, situé sur la mer Égée.

B. *Route de fer de Belgrade à Skoutari, en Albanie.* —

Le plateau central de la Roumélie que M. Boué désigne sous le nom de Mœsie supérieure est à peu près carré et d'une hauteur absolue comprise entre 200 et 550 mètres. Sur cette plate-forme reposent des séries de montagnes qui atteignent dans sa partie occidentale une altitude de 800 à 900 mètres, et dans sa partie orientale, une élévation absolue de 1200 à 1500 mètres. Tous les grands fleuves de la Roumélie prennent leurs sources sur ce plateau, qui possède ainsi l'avantage de servir de lien naturel entre les différentes provinces de l'empire.

La voie de fer partirait de Nich où passe le tracé A et remonterait la vallée évasée de la Morava bulgare qui, à sa sortie du bassin de Ghilan, coule à une altitude d'environ 350 mètres. Elle traverserait, au moyen d'un tunnel ou d'une tranchée, les collines d'environ 130 à 150 mètres, placés entre ce bassin et celui de Pristina ou de Kossovo, devenu célèbre par plusieurs batailles mémorables.

La route la plus courte que suivent les cavaliers pour pénétrer du Danube dans la cavité de Kossovo remonte la Morava serbe et l'Ibar, son principal affluent; mais cette dernière vallée courant du S. au N., et formée pendant l'époque alluviale, présente un canal étroit obstrué par des éruptions trachytiques, dioritiques et serpentineuses. Une autre route partant de Nich suit la vallée du Toplitza, tributaire de la Morava bulgare. Ces deux voies, plus directes que le tracé proposé par l'auteur, exigeraient probablement des dépenses plus considérables. L'étude comparative de ces trois tracés engagerait sans doute les ingénieurs à donner la préférence à la vallée de la Morava bulgare.

La plaine de Kossovo est située à quelques lieues des sources du Drin blanc, qui se réunissent dans le large bassin de la Métoïa. Elle en est séparée, au N. du mont Golesch (880 mètres), par une série de collines de 150 à 200 mètres au-dessus de la plaine; au S. de cette montagne, par un bourrelet de 325 mètres, dont le passage se trouve facilité par la rencontre de deux vallées creusées sur les deux versants. La schistosité des roches opposerait peu de résistance aux travaux.

Les difficultés d'une route de fer de Belgrade à Skoutari commencent dans la fertile Métoïa, à l'O. de la ville de Prisren, assise au pied du Schar (2,600 mètres). En effet, les eaux du Drin blanc n'ont pu se déverser dans l'Adriatique qu'après la formation d'une fente profonde. Avant cet événement de l'époque miocène, la Métoïa formait l'extrémité d'un fiord de la mer de Hongrie, qui remplissait la vallée actuelle de la Morava, couvrait la plaine de Kossovo,

et déposait les argiles tertiaires de Vienne avec leurs Congéries et autres fossiles bien connus (*Turquie d'Europe*, t. I, p. 296).

Cette fente du Drin blanc est un canal profondément encaissé entre des murailles de rochers, et dont la perte du Rhône peut donner une idée. La route actuelle évite ce passage impraticable au tracé d'un chemin de fer. Elle remonte la vallée évasée du Verbnitza, qui présente un plan faiblement incliné de 5 à 6 lieues de longueur, et conduit à un col élevé de 380 mètres au-dessus de la plaine de la Métoïa, et de 650 mètres au-dessus du Drin blanc, qui reçoit au pied de la montagne son affluent, le Drin noir.

M. Boué pense que la voie de fer pourrait descendre de cette hauteur, soit en lui faisant décrire deux contours comme au Semmering, soit en jetant sur l'étroit canal du Drin blanc un pont qui conduirait sur la rive droite du fleuve, et aboutirait à une voie en corniche suffisamment prolongée. Ces deux moyens exigeraient de grands travaux et des dépenses assez considérables.

Le reste de la route continuerait sur la rive droite des Drins réunis jusqu'à Skèla, d'où l'on pourrait la faire arriver en plaine par des embranchements dirigés sur Skoutari, sur l'embouchure de la Boyana et sur celle du Drin, près d'Alessio. Dans le trajet à Skéla, le fleuve se trouve probablement resserré sur plusieurs points entre des rochers qu'il faudrait percer par des tunnels ou faire sauter par la mine; sans cela, on ne comprendrait pas pourquoi le sentier actuel des cavaliers quitte le Drin à Spass, et gravit dans le pays des Mirdites jusqu'à 858 mètres de hauteur absolue. En attendant que l'exécution de ces grands travaux fût terminée, un bateau à vapeur d'un faible tirant d'eau pourrait activer les communications entre la mer et le confluent des deux rivières, peut-être même remonter le Drin noir jusqu'au lac d'Oklrida, où ce dernier cours d'eau prend sa source.

L'orographie oppose des obstacles invincibles à l'établissement, par tout autre tracé, d'un chemin de fer destiné à relier Belgrade et Skoutari. *Considérée du haut des montagnes de la Servie ou des frontières albanaises, la sombre Bosnie se présente*, d'après l'auteur, *comme une mer immense battue par la tempête, à flots gigantesques, sans aucune place visible qui ne soit en bosse.* On pourrait bien remonter les principales vallées de cette contrée montueuse, qui descendent du S. au N., et parvenir plus ou moins près de leur origine; mais arrivé au pied des montagnes de l'Herzégovine, du Monténégro et de la haute Albanie, on se trouverait arrêté par le massif élevé qui renferme les sources des rivières coulant du côté opposé.

Quant à l'Herzégovine, elle ne peut être rattachée à la Bosnie qu'à force de travaux et d'argent; mais un chemin de fer peut facilement la mettre en communication avec l'Adriatique.

C. *Routes de fer au centre de la Roumélie.* — Préférablement à tout autre tracé, la route destinée à joindre le Danube à la mer Égée viendrait s'embrancher au chemin précédent B, et conduirait de Belgrade à Salonique. Le raccordement des deux routes pourrait s'effectuer dans deux points : 1° à Vrania; 2° dans la vallée de Kossovo.

Près de Vrania, la Morava bulgare est séparée de la Macédoine par des montagnes schisteuses à pentes douces de 130 à 170 mètres au-dessus de la rivière. On franchirait ces hauteurs par des vallées transversales, dont l'une aboutit à Komanova et porte ses eaux au Vardar.

La vallée du Lépénitza a servi de toute antiquité aux communications les plus faciles entre le Nord et le Midi, et plus particulièrement entre la plaine de Kossovo et celle du Vardar. Un plateau de 26 mètres au-dessus de la première plaine, et de 325 mètres au-dessus de la seconde, opère la séparation des eaux coulant dans les deux directions opposées. Le Lépénitza, qui se dirige vers le S., s'engage dans une fente, traverse la petite chaîne schisteuse du Karadagh, et débouche dans la plaine d'Uskiup. De là le chemin de fer suivrait les bords du Vardar, et se rendrait à Salonique. Un embranchement partant de cette ville conduirait à Sérès par Langasa, les bords du lac de Beschik et le golfe d'Orfano; un autre, longeant le rivage de la mer et remontant la vallée de Tempé, irait en Thessalie et jusqu'à Volo.

Une route de fer en ligne directe de Nich à Salonique, par Pirot (Chéhirkeui Trn), Radomir, Djouma et la vallée du Strymon, arriverait assez facilement jusqu'à Djouma; mais au S. de cette ville le fleuve pénètre dans des défilés, et traverse le Rhodope au moyen d'une profonde crevasse bordée de rochers à pic, de schistes cristallins. C'est là que se présentent des obstacles bien difficiles à surmonter.

D. *Route de fer de Constantinople à l'Adriatique.* — Le tracé conseillé par l'auteur profite, jusqu'à la vallée de la Maritza, du chemin A, menant de Constantinople à Belgrade, descend le cours de la Maritza par la voie latérale d'Andrinople à Enos, suit le littoral de la mer Egée, et va se relier près d'Orfano, au chemin précédemment indiqué, qui mettrait Sérès en communication avec Salonique. Parvenue à cette dernière ville, la voie se dirigerait vers l'Indjé-Karasou, qui prend sa source dans le Pinde, descend par une large vallée longitudinale remplie de dépôts tertiaires, s'ap-

proche des frontières de la Thessalie, et profite d'une ouverture courant E.-O. pour se jeter dans la mer Égée. Le partage des eaux entre l'Indjé-Karasou et le Dévol, tributaire de l'Adriatique, s'opère, sans l'interposition d'aucune protubérance, à la rencontre de deux plans dont les pentes opposées sont tellement insensibles que l'œil ne peut les saisir. Cette curiosité naturelle s'observe à une altitude de 850 mètres, sur un plateau offrant la forme d'une grande vallée dirigée de l'E. à l'O. Le Dévol, dont les sources se trouvent dans le massif de hautes montagnes situées au S.-O. de Monastir et au N. de Kastoria, parcourt ce canal, qui, trois lieues plus à l'O., forme la plaine de Poïani. Ce dernier bassin, de quatre lieues carrées, placé à 64 mètres au-dessous du partage des eaux, renferme le lac marécageux de Svrina et celui de Malik (Molécha), et n'est séparé du beau lac d'Okhrida que par une barrière de 114 mètres. Le Dévol, à sa sortie du lac de Malik, pénètre dans un défilé, arrive en plaine au S. d'Elbassan, et se jette dans l'Adriatique entre Avlone et Duratzo. La route de fer suivrait cette voie préparée par la nature; une fois parvenue aux bords de la mer, elle pourrait facilement se relier à Skoutari.

Les opinions de M. Boué sur les cataclysmes qui ont présidé à l'orographie des montagnes que nous venons de traverser peuvent se résumer ainsi : Une grande catastrophe survenue après l'époque éocène a donné aux chaînes de la Roumélie occidentale leur direction N.-O. actuelle; les eaux du lac d'Okhrida se rendaient alors dans le golfe de Salonique par la vallée de l'Indjé-Karasou. De nouvelles commotions du sol produisirent, pendant la période pliocène, des chaînes et des fentes dirigées de l'E. à l'O. Le lac d'Okhrida put alors déverser le trop-plein de ses eaux dans la vallée du Dévol, nouvellement creusée, et devenir tributaire de l'Adriatique. Enfin, à l'époque alluviale, des fendillements N.-S. ouvrirent des crevasses, notamment la vallée profondément encaissée du Drin noir, qui établit une communication entre le lac et le Drin blanc, devenu depuis longtemps un des affluents de l'Adriatique, et abaissa son niveau d'au moins 140 mètres, c'est-à-dire d'une quantité égale à la hauteur de la digue qui le sépare de la plaine de Poïani, et ne s'élève que de 114 mètres au-dessus de cette dernière plaine.

Enfin il serait encore possible de relier Constantinople à Skoutari par une route de fer beaucoup plus directe que la précédente. Le chemin A de Belgrade à la capitale recevrait, au N. du bassin d'Ihtiman, un embranchement qui aboutirait dans la vallée du Vardar, et rencontrerait la route de fer C, conduisant à Kossovo, et se rattachant dans cette dernière plaine au chemin B, qui mène

par le Drin à Skoutari. Mais ce tracé exigerait trois grands tunnels, savoir : entre Bania et Samakov, entre Samakov et Kostendil, entre cette ville et Egri Palanka; cette route dispenserait de construire le tronçon du chemin A, conduisant de Sophie à Ihtiman, lequel serait remplacé par une voie qui descendrait l'Isker de Samakov à Sophie.

Troisième partie. — Exécution, avantages et questions financières des chemins de fer en Roumélie.

Dans aucun pays de l'Europe les chemins de fer ne peuvent être construits avec aussi peu de dépense qu'en Turquie. Voici les principaux motifs indiqués :

1° Le terrain a fort peu de valeur; et d'ailleurs une grande partie du sol appartient à l'État; ainsi les indemnités à payer pour l'acquisition du terrain nécessaire seraient presque nulles.

2° Le tracé de toutes les grandes voies passerait, dans les trois quarts de leur développement, sur les terrains tertiaires et d'alluvion. Ces dépôts faciles à entamer remplissent des vallées et des sillons le plus ordinairement longitudinaux, creusés dans des roches anciennes calcaires, arénacées ou schisteuses. Ainsi presque partout on trouve réunis les matériaux nécessaires pour construire des routes, des ponts, des maisons, etc. Ces matériaux ne coûteraient que les frais d'extraction et de main-d'œuvre, car les forêts, les mines, les carrières sont la propriété de l'État.

3° Les aliments sont à vil prix, et consistent principalement en maïs, pain, lait, vin ou eau-de-vie.

4° Le prix de la journée se paie à raison de 12 à 17 centimes; on y ajoute la nourriture. Une légère augmentation de prix amènerait sur les travaux tous les ouvriers dont on aurait besoin. Un petit nombre d'ouvriers plus habiles, largement rétribués et tirés de l'étranger, suffirait pour les former et les diriger. Les ingénieurs seraient également empruntés à l'étranger.

5° Presque partout l'eau et le bois se trouvent en abondance.

Je passerai sous silence l'énumération des avantages que les diverses villes et provinces de la Roumélie recueilleraient de la construction des chemins de fer proposés. Arrivons tout de suite aux questions financières. Ni le trésor public ni les sujets de la Porte ne possèdent les ressources indispensables pour exécuter d'aussi grands travaux. Il faut nécessairement avoir recours à des émissions de rentes ou à des emprunts à l'étranger. La Turquie n'est pas embarrassée pour fournir des hypothèques de nature à inspirer toute confiance aux capitalistes; elle pourrait céder, pour un temps dé-

terminé, la perception d'un impôt, certaines redevances, ou même une île ou un territoire, etc., etc.

M. Boué termine sa notice par les réflexions suivantes : « .... Il » ne manque pas de gens qui confondent encore la géologie avec » les théories sur la terre... Si un géologue distingué, M. d'Oma- » lius d'Halloy, put fermer la bouche à Napoléon, railleur de sa » science, en sachant lui indiquer la patrie du plus grand nombre » de déserteurs, qu'aurait-il dit aujourd'hui d'une étude qui, se » basant sur d'exactes connaissances orographiques et hydrogra- » phiques, lui aurait ouvert les moyens faciles et pacifiques pour » produire les plus grands changements économiques et politiques » parmi les hommes et les choses? »

La Société procède à la nomination d'un membre du Conseil en remplacement de M. de Brimont, nommé trésorier ; M. Angelot obtient la majorité des suffrages.

Il est donné communication de deux lettres écrites, de Vienne (Autriche), par M. Boué, contenant :

1° Quelques additions et rectifications à faire à un mémoire communiqué dans la séance précédente. Cet objet est renvoyé à la Commission du *Bulletin*.

2° Des renseignements sur l'Institut météorologique établi à Vienne, sous la direction de M. Kreil, et sur les 97 stations météorologiques qui sont maintenant en activité dans les diverses contrées composant l'empire d'Autriche.

3° Les détails suivants sur l'ouvrage que vient de publier M. Unger, sous le titre de *Versuch*, etc., ou *Essai d'une histoire du monde végétal*. Ce livre est divisé en 5 chapitres, traitant successivement : du mode de conservation des plantes fossiles ; de l'origine des houilles, du succin, etc. ; de la détermination des plantes fossiles ; de leur nomenclature ; de l'étude des flores éteintes ; de leurs caractères ; du développement de la végétation dans les différentes périodes géologiques ; des liaisons naturelles des flores éteintes avec la flore actuelle ; de la manière dont s'est faite la distribution géographique des plantes ; de l'origine des différents types de plantes ; et enfin de l'avenir du règne végétal, dont l'auteur croit que le développement se continue encore sans interruption. M. Boué termine sa lettre en disant que : comme il avait communiqué à M. Unger une partie de ses idées sur la température ancienne

de la terre et la possibilité d'en tirer des conséquences sur l'âge de cette planète, l'auteur a traité cette question dans le passage suivant :

« Les expériences de Bischof, sur le refroidissement » de boules de basalte fondu, ont appris que la terre a eu » besoin de neuf millions d'années pour passer d'une tempéra- » ture moyenne de 22° R. à 8° R., celle d'aujourd'hui chez » nous, ce qui indiquerait à peu près l'espace de temps écoulé » depuis l'époque houillère jusqu'à nous, en adoptant 20 ou » 25° R. pour la température moyenne sous laquelle les plantes » des houillères anciennes auraient végété. M. Hébert prétend » que cinq millions d'années ont suffi pour cela. Du reste, ce » chiffre d'années disparaît presque lorsque l'on obtient, par le » calcul, 353 millions d'années pour le temps nécessaire à la » terre pour que sa croûte soit passée de l'état de matière fon- » due à l'état rigide, et qu'il se soit établi à sa surface une tem- » pérature stable. »

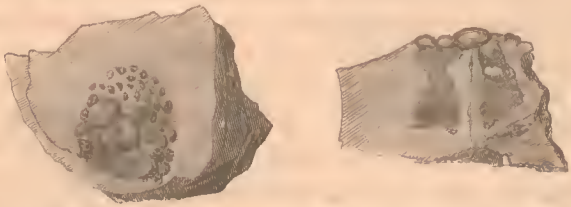
M. d'Archiac communique, de la part de M. Blanchet, la note suivante *Sur la présence d'un palais de poisson qu'il a trouvé dans le terrain nummulitique des Diablerets :*

Lausanne, le 3 mars 1852.

Monsieur,

Comme membre de la Société géologique de France, j'ai reçu un prospectus de votre travail sur le terrain nummulitique de l'Inde, auquel j'ai souscrit pour notre bibliothèque cantonale.

Le prospectus m'a fait connaître que vous aviez l'intention de traiter le terrain nummulitique en général et de figurer un certain nombre d'espèces. J'ai dans ma collection du terrain nummulitique des Diablerets un palais de poisson, qui n'est pas figuré dans l'ouvrage d'Agassiz ; il est représenté par le croquis ci-dessous :



c'est probablement un *Sphærodus*, mais ce n'est pas le *Mitrula*.

M. Constant Prévost présente, de la part de M. R. W. Mylne, une carte géologique de Londres ainsi que la coupe d'un puits artésien.

M. Desor présente les remarques suivantes sur la *Carte géologique du lac Supérieur* de MM. Foster et Whitney :

M. Desor appelle l'attention de la Société sur les affleurements des formations siluriennes, au pied du versant méridional de la presqu'île qui sépare le lac Supérieur du lac Michigan, et d'où il résulte que les dépôts siluriens de l'État de New-York et du Canada se lient directement à ceux des États-Unis de l'ouest (Wisconsin et Illinois), ne formant, avec ces derniers, qu'un seul et même grand bassin paléozoïque.

Le noyau de la Péninsule en question est composé d'une série de schistes métamorphiques attenant avec des masses de quartz et de roches trappéennes. Cet ensemble de roches que MM. Foster et Whitney désignent sous le nom de formation azoïque, à cause de l'absence de fossiles, mérite une attention toute spéciale, à cause de la quantité de fer oligiste qui s'y trouve disséminé, et qui forme quelquefois des collines de plusieurs centaines de pieds de hauteur (1).

C'est contre ce noyau métamorphique de la formation azoïque que viennent s'adosser en stratification discordante les dépôts de la formation silurienne qui se succèdent dans l'ordre suivant de bas en haut :

1° Le grès de Potsdam, reposant en couches horizontales sur les tranches des couches de la formation azoïque. C'est le même grès qui se retrouve aussi au lac Supérieur, où quelques personnes l'ont confondu à tort avec le nouveau grès rouge. Aujourd'hui, presque tous les géologues sont d'accord pour admettre que c'est le vrai grès de Potsdam.

2° Le grès calcifère, comprenant le Birds-eye, le Chazy et le Black-River *limestone*, qui sont ici moins séparés que dans l'État de New-York, et ne forment qu'un seul et même groupe.

3° Le calcaire de Trenton.

4° Le groupe de Hudson.

5° Le calcaire de Niagara.

Ces diverses formations se rétrécissent toutes à mesure qu'on

(1) La célèbre montagne de fer de l'État de Missouri se trouve dans la même formation, ainsi que les grands amas de fer du Texas. Il paraîtrait aussi que les mines de fer oligiste de Durango, dans le Mexique, sont du même âge.

approche de la rivière Sainte-Marie, à la sortie du lac Supérieur, si bien que sur la carte elles font l'effet d'un immense cadre ou rideau encadrant les deux lacs Huron et Michigan, et se déployant à droite et à gauche à mesure qu'on s'éloigne du sommet du cadre.

Aux formations ci-dessus, il faut encore ajouter, d'après M. Hall, le groupe d'Onondaga qui a été généralement dénudé, mais dont il reste cependant quelques vestiges dans l'île de Mackinac et dans le voisinage des îles Saint-Martin. Ce calcaire serait suivi, d'après le même géologue, par le groupe de Heldeberg, qui paraît s'étendre sous les eaux des deux lacs Michigan et Huron, et forme en même temps le littoral septentrional de l'État de Michigan.

Il existe une concordance frappante entre les affleurements des différents groupes et les grandes lignes des rivages; aussi bien les lacs, loin d'être le résultat de violentes dislocations comme les lacs d'Italie au pied méridional des Alpes, sont-ils simplement la conséquence de l'inégale dureté des différentes roches. Ainsi, le calcaire du Niagara, qui est très dur, a donné lieu à une presqu'île ou langue de terre dans chacun des deux grands bassins, la Pointe-des-Morts entre le lac Michigan et la baie Verte, et le promontoire de Cobat, avec les îles Manitoulines qui en sont le prolongement, entre le lac Huron et la baie de Saint-Georges. Les contours des lacs Huron et Michigan, au contraire, correspondent aux affleurements du groupe de Heldeberg qui est une roche relativement tendre. La baie Verte et la baie de Saint-Georges, d'un autre côté, sont creusées dans les roches très tendres du groupe de Hudson.

M. Desor fait la communication suivante :

Note sur le terrain quaternaire de l'Amérique du Nord, par M. E. Desor, membre de la Commission géologique des États-Unis.

M. Desor met sous les yeux de la Société l'esquisse d'une carte des terrains quaternaires de l'Amérique du Nord. On y distingue quatre groupes ou étages qui sont de haut en bas :

1° L'alluvion ;

2° Le drift marin ou *terrain laurentien* ;

3° Le drift d'eau douce ;

4° Le drift propre ou diluvium.

Le terrain alluvien est, comme partout ailleurs, le moins déve-

loppé. Il comprend les deltas, les dépôts des rivières, les bancs de sable ou bas-fonds et les dunes.

Le drift marin, décrit d'abord sous le nom de *terrain tertiaire* par les géologues américains, comprend des dépôts stratifiés d'argile, de sable et de gravier avec coquilles marines. Comme les dépôts de cette espèce sont surtout développés dans les vallées du littoral atlantique, et particulièrement dans la vallée du Saint-Laurent et de ses affluents, j'ai proposé de le désigner sous le nom de *terrain laurentien* pour le distinguer des dépôts semblables qui ne renferment que des fossiles d'eau douce. Les limites de ce terrain ont été indiquées précédemment dans une lettre adressée à M. Ch. Martins et insérée au *Bulletin*, 2e sér., vol. p.

A côté de ce terrain laurentien, et presque en contact avec lui, bien qu'à un niveau un peu plus élevé, se trouve une série de dépôts semblables, mais dépourvus de fossiles marins. Cette formation, qui n'a point d'analogue dans le continent d'Europe, constitue le trait le plus saillant de la géologie quaternaire d'Amérique. En s'avançant de l'est à l'ouest, on la rencontre pour la première fois sur les bords du lac Erié, où elle forme des falaises escarpées, composées d'argile bleue (*blue pan*) à la base et de limon jaune au sommet. Il suffit d'un simple coup d'œil jeté sur ces falaises pour s'assurer que les terrains qui les composent ne sont pas le résultat d'actions violentes, de cataclysmes, mais qu'ils ont été déposés d'une manière régulière dans des eaux tranquilles. Cependant comme on n'y trouvait pas de fossiles, et que d'ailleurs ils différaient à plusieurs égards des terrains laurentiens, il était naturel que l'on conservât des doutes sur leur âge et sur leur origine. Etait-ce des dépôts marins ou des dépôts lacustres? La même incertitude régnait à l'égard des dépôts limoneux qui couvrent de grands espaces dans les États de Wisconsin, d'Illinois, d'Yova et de Missouri, sur les deux rives du Mississipi, et que quelques géologues avaient désignés sous le nom de loess, à cause de leur ressemblance avec le loess du Rhin.

Aujourd'hui, ces doutes n'existent plus, grâce aux découvertes de M. Ch. Whittlesey, qui vient de trouver des coquilles d'eau douce et terrestres (des Planorbes et des Hélicines) dans la partie supérieure des falaises du lac Erié, près de Cleveland, à 25 mètres au-dessus du niveau du lac.

Le même savant a, en même temps, recueilli de nombreux débris de végétaux dans les argiles bleues sous-jacentes, où ils se trouvent généralement réunis en amas considérables. M. Lesquereux, à qui ces débris ont été soumis, a reconnu que ce sont en

majeure partie des aiguilles de sapin (*Abies nigra*), des feuilles de l'espèce commune du *Vaccinium*, connue sous le nom de *Cranberry*, qui croît en si grande quantité dans les marais d'Amérique et plusieurs Cypéracées.

Peu de temps après, M. Whittlesey découvrit aussi toute une faune d'eau douce dans le limon des bords du Mississipi, entre autres deux espèces de Planorbes, une espèce de Cyclas, et une Physe, quelques unes à 60, d'autres à 180 pieds au-dessus du niveau actuel du fleuve. Des coquilles semblables ont également été signalées récemment dans le limon des environs de Saint-Louis sur le Mississipi, ainsi qu'aux environs de New-Harmony sur le Wabash. Enfin, M. le docteur Rigsby vient de découvrir tout récemment sur les bords du Notawasaga, rivière qui se jette dans la baie de Saint-Georges, un banc de coquilles d'eau douce (Unios) recouvert par des dépôts d'une épaisseur considérable (1). De son côté M. Murray, qui a exploré la géologie de la rive septentrionale du lac Erié, m'assure que les falaises y sont composées des mêmes terrains (argiles et limons) que sur la rive méridionale en face, et, bien qu'il n'ait pas encore réussi à y découvrir des coquilles lacustres, il ne doute nullement que les dépôts de la rive britannique n'aient été formés par la même nappe d'eau qui déposait les Planorbes sur la rive américaine.

Que si l'on examine maintenant sur une carte la position de ces dépôts, en tenant compte de la hauteur à laquelle on a trouvé les fossiles sur les différents points, on est conduit à ce résultat important, qu'il a dû exister durant la période quaternaire deux immenses nappes d'eau douce dans le nord de l'Amérique du Nord, l'une correspondant au bassin supérieur du Mississipi, et l'autre comprenant les lacs du Canada qui, à cette époque, ne formaient qu'une vaste mer intérieure d'eau douce, à l'exception du bassin du lac Ontario qui était marin (2).

La comparaison des niveaux auxquels on trouve les coquilles lacustres à Cleveland et sur le Mississipi nous montre en outre que les deux grands bassins lacustres que je viens de signaler n'étaient pas isolés, mais communiquaient par plusieurs vallées, entre autres

---

(1) Il est à regretter que M. le Dr Rigsby ne nous ait pas donné la hauteur du banc de coquilles au-dessus du lac.

(2) D'après M. d'Archiac, les lacs actuels ne seraient que les résidus de cette grande mer d'eau douce, et l'on expliquerait de la sorte la présence de pareils lacs au milieu d'un continent, tandis que la plupart des autres grands bassins intérieurs sont salés.

par le Wabash et l'Illinois, en sorte que le bassin des lacs, qui aujourd'hui est entièrement séparé de celui du Mississipi, déchargeait à cette époque une partie de ses eaux par le grand fleuve. Il existait également, d'après M. Hubard, un détroit qui reliait le lac Huron au lac Michigan par la baie de Saginaw.

L'existence de ces dépôts d'eau douce une fois démontrée, il devenait important de leur donner un nom particulier pour les distinguer de la formation laurentienne ou marine. La Commission géologique avait proposé le nom de *terrain algonquin*, d'après l'une des principales nations indiennes qui occupait jadis cette portion du continent. Ce nom n'a cependant pas été adopté définitivement, par suite des doutes que souleva plus tard la comparaison de ce terrain avec le drift propre qui recouvre les plateaux intermédiaires, entre autres le plateau central de l'État d'Ohio. On avait admis d'emblée que le terrain lacustre du lac Erié, bien qu'à des niveaux plus bas que le drift propre, était néanmoins plus récent que ce dernier et peut-être contemporain du laurentien. Les recherches les plus récentes n'ont pas, à ce qu'il paraît, confirmé cette première opinion, et plusieurs géologues, en tête desquels se trouve M. Whittlesey, sont maintenant enclins à penser que le terrain lacustre ou algonquin n'est qu'une forme locale du drift, et que l'on passe de l'un à l'autre par des transitions insensibles. S'il en était réellement ainsi, il en résulterait non seulement que le laurentien est plus récent que le terrain lacustre; mais, ce qui est plus grave, le drift tout entier devrait être envisagé comme une formation d'eau douce. La difficulté dans ce cas serait de concevoir des barrières assez hautes pour circonscrire un bassin pareil, car il existe des dépôts de drift jusqu'à 1600 pieds de hauteur, entre le lac Supérieur et le lac Michigan, sans parler des blocs erratiques qui se trouvent à des niveaux encore plus élevés. (1). Malheureusement on n'a encore trouvé aucune trace de coquilles dans le drift des plateaux; les seuls fossiles que ce terrain ait fournis jusqu'à présent sont quelques fragments de bois. Il est à espérer cependant qu'on finira par en découvrir quelque part. Jusque-là la question de l'identité des deux formations, du drift et du terrain lacustre ou algonquin, devra rester en suspens.

Je dois encore mentionner qu'on trouve à la surface de la formation lacustre, comme à la surface du laurentien et du drift propre,

(1) Voir mon Rapport sur les dépôts quaternaires, dans le Rapport de MM. Foster et Whitney sur la géologie de la presqu'île supérieure du Michigan.

des blocs erratiques de toute dimension. Il suffit de mentionner ce fait, pour prouver qu'ils n'ont pas pu être transportés par l'agent, quel qu'il soit, qui a rayé et poli la roche en place. Si cet agent est un glacier, ce n'est pas à lui qu'on pourra désormais attribuer le transport des blocs, car ce serait supposer que ce transport est contemporain du striage, tandis qu'il en est séparé par toute la période que représente la formation des dépôts lacustres.

Il existe également à la surface du terrain lacustre, sur les bords du lac Érié, des collines allongées, semblables aux ösars de Suède, et montrant, comme ces derniers, des traces de stratification, preuve qu'ils ont été formés comme les ösars, sous l'eau. Leur direction est parallèle à la côte du lac.

Enfin, il est à remarquer que le terrain lacustre, non plus que le terrain laurentien, ne contient aucun débris de mammifères terrestres. Il est maintenant reconnu que les ossements de Mastodontes, si communs à Big-bone creek et dans plusieurs autres localités des États de l'ouest, et qu'on rapportait autrefois au drift, se trouvent dans un dépôt plus récent, le drift des vallées (*valley-drift*) qui fait partie de l'étage alluvien.

Quant aux rapports très complexes du terrain d'eau douce avec les dépôts du Mississipi inférieur et avec le post-pliocène des côtes atlantiques des Carolines et de l'État de Georgie, je renvoie ceux que cela peut intéresser à un mémoire récent dans le *Journal des sciences et des arts* de Silliman, 1852.

M. de Verneuil fait observer, relativement au drift d'eau douce, qu'il ne l'a jamais rencontré loin des lacs ou des fleuves de l'Amérique du Nord, et qu'il lui a paru devoir être attribué à une extension des cours d'eau actuels.

M. Boubée ajoute que les dépôts lacustres de l'Amérique du Nord ont leurs représentants en Europe, et qu'on les trouve partout où il y a de grands lacs comblés, notamment en France, en Italie, en Sicile, en Crimée.

M. Deshayes donne lecture de la note suivante de M. Buvignier, qui est relative au grès d'Hettange :

Note sur le grès d'Hettange, par M. Buvignier.

Je viens de voir dans le *Bulletin* (séance du 17 décembre 1851, page 78) la réponse de M. Terquem à ma note sur le grès d'Hettange.

M. Terquem ne contestant pas l'identité de ce grès avec celui du Luxembourg, je pourrais me borner, pour toute réponse, à citer les 50 kilomètres de superposition évidente, depuis Rouwez, Mézières, Sedan, jusqu'à Florenville, et le travail de M. Dumont sur la géologie de la Belgique.

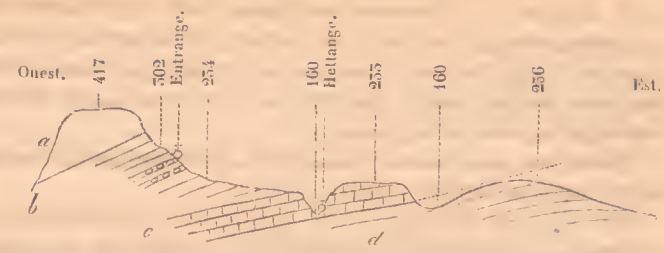
Mais il est quelques assertions de M. Terquem que je ne puis laisser passer sans observations.

Les Gryphées en alluvion à la surface du grès d'Hettange ne prouveraient absolument rien dans une contrée où les terrains sont superposés à niveaux décroissants. Mais s'il s'agissait bien de la Gryphée arquée, l'objection de M. Terquem ne laisserait pas de me paraître très grave, parce que les Gryphées d'Hettange ne me paraissent pas être en alluvion, mais bien en place, ou, plus exactement, en fragments du sous-sol exhumés par la culture. M. Terquem, tout en disant que la Gryphée n'a jamais servi de base au classement du grès, n'en fait pas moins son principal argument. Or, cette Gryphée ne peut pas être une *Gryphæa arcuata* atrophiée faute de calcaire, car cette substance est aussi abondante dans le grès d'Hettange que dans la plupart des marnes du lias où la Gryphée arquée n'a éprouvé aucune modification. Comment d'ailleurs l'élargissement de la coquille peut-il être considéré comme une atrophie ?

L'*Ammonites Buklandi* que M. Terquem a trouvé avec cette Gryphée est une espèce du calcaire sableux des Ardennes. Il en est de même du *Belemnites elongatus* que j'ai trouvé abondamment avec les Gryphées et dans les mêmes circonstances, c'est-à-dire tantôt libres, tantôt engagées dans des fragments de calcaires plus ou moins sableux.

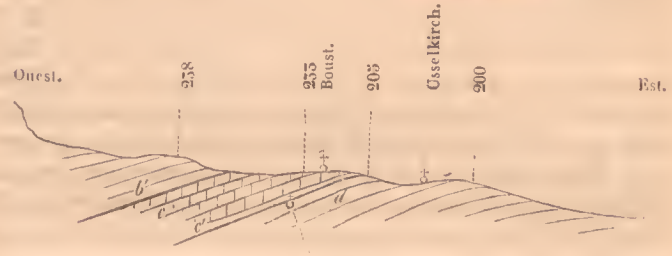
Si les Gryphées arquées se trouvaient constamment comme l'indique M. Terquem, au pied des escarpements du grès, je crois que ce fait serait bien plus favorable à mon opinion qu'à la sienne ; mais je dois dire que d'Hettange à Breitstroff, je n'ai vu au pied du grès aucune trace de Gryphée arquée, même à la distance de 5 kilomètres, de Boust à Sentzich ; et de 3 kilomètres, de Breitstroff à Faulbach.

La coupe du coteau d'Hettange (page 80) peut être à peu près exacte, sauf les cotes, si elle est faite vis-à-vis le vallon qui vient d'Aurange ; mais un peu plus au nord on trouverait :



a Oolite.
b Marnes supérieures du lias avec quelques lits d'ovoïdes.
c Grès.
d Marnes inférieures au grès avec lits d'ovoïdes.

A Boust on trouverait une coupe tout à fait analogue :



Lavoir de Boust.

b' Partie inférieure de *b*, marne avec quelques petits lits calcaires.
c' Assise marno-sableuse inférieure au grès et contenant en abondance le *Belemnites elongatus* et l'*Ammonites planicosta*.

Je n'ai rien vu là qui ressemblât à la coupe de M. Terquem, de Boust à Rodemack; mais cela n'est pas étonnant : la figure de M. Terquem n'est pas une coupe, mais bien la juxtaposition de tronçons de coupes faites dans des directions différentes, juxtaposition qui produit les apparences les plus trompeuses. Les grès de Boust, inclinés vers l'ouest, peuvent bien avoir une faible inclinaison vers un point situé un peu à l'ouest de Dodenhoffen, qui est au nord, comme on voit par le croquis ci-joint; mais, bien loin de plonger vers Rodemack, ils se relèvent, au contraire, d'une manière très sensible dans cette direction. Il en est probablement de même des autres anomalies que présente la coupe de M. Terquem, et qui, si elles étaient réelles, pourraient faire croire à la possibilité d'un soulèvement, tandis que la régularité de ces couches n'est troublée que par quelques accidents locaux, produits par le tassement des angles inférieurs qui ont quelquefois flué sur les versants.

Je finis par cette remarque, que les limites des affleurements du

grès, que j'ai tracées en rouge sur le calque du Dépôt de la guerre, sont tellement en rapport avec les accidents du relief du sol, depuis Hettange jusqu'à Breitstroff, que cette concordance suffirait seule pour prouver que le grès n'a pas été amené là par un soulèvement, et qu'il forme des assises intercalées dans la formation argileuse. Ces limites sont exactement l'intersection de deux plans faiblement inclinés vers l'ouest avec la surface du sol.

M. Deshayes fait observer cependant que, d'après M. le colonel Hennoque, le grès d'Hettange est inférieur au lias à *Gryphæa arcuata*, et qu'il ne saurait y avoir aucun doute sur la détermination de cette Gryphée.

M. Levallois fait remarquer que la détermination de l'âge du grès d'Hettange présente à la fois des difficultés stratigraphiques et paléontologiques. Tout en se réservant de traiter ultérieurement cette question, il croit devoir faire remarquer, dès à présent, que le grès infra-liasique de la Moselle est représenté par le grès de Kédange, qui, par ses caractères minéralogiques ainsi que par ses fossiles, ne ressemble aucunement au grès d'Hettange. D'un autre côté, il est incontestable que le grès d'Hettange repose sur une assise puissante de marnes qui forme dans la Moselle un horizon bien connu, marqué par des sources alimentant un grand nombre de villages.

En conséquence M. Levallois adopte la manière de voir de M. Buvignier.

M. d'Omalius ajoute que toutes les analogies lui paraissent être en faveur de l'opinion de M. Buvignier : en effet, personne ne conteste l'identité du grès d'Hettange et du grès de Luxembourg ; or, au-dessus de ce dernier, on trouve à Strassen un calcaire marneux, avec *Gryphæa arcuata* et avec *Gryphæa cymbium*. Il pense que cette dernière Gryphée est, ici, plus caractéristique que la *Gryphæa arcuata*, qui se serait élevée au-dessus de l'horizon qui lui est habituel.

M. Levallois fait la communication suivante :

Note sur le grès d'Hettange (département de la Moselle) et sur le grès de Luxembourg. — Composition générale du lias en Lorraine; par M. J. Levallois, inspecteur général des mines.

La question du *grès d'Hettange* est controversée depuis plus de vingt ans. Les uns le considèrent comme représentant le *grès infra-liasique* qui forme, au-dessous du *calcaire à Gryphées arquées*, un horizon bien constant en Lorraine comme en beaucoup d'autres contrées. Les autres le placent, au contraire, plus haut que le calcaire à Gryphées arquées, en le considérant comme subordonné dans le puissant dépôt marneux, *marnes à Bélemnites*, *marnes brunes*, qui forme la partie supérieure du lias, et que j'appelle, pour cela, *marnes supra-liasiques*.

Après avoir visité les lieux à plusieurs reprises, je me suis prononcé pour cette dernière opinion, dans mon *Aperçu de la constitution géologique du département de la Meurthe* (1); et M. Buvignier est venu, dans la dernière séance, la corroborer pour la seconde fois du poids de son observation, en répliquant aux remarques que M. Terquem avait présentées à la Société le 17 novembre dernier. M. Buvignier, suivant moi, a parfaitement réfuté ces remarques; et je suis d'autant plus autorisé à porter ce jugement, que la localité de Boust, que cite cet observateur, est celle-là même que j'avais visitée en 1846, et dont l'étude avait dissipé mes derniers doutes.

Le village de Boust, en effet (à 4 kilomètres vers le nord d'Hettange), repose sur un grès identique avec celui des carrières de ce nom, occupant là un plateau qui se rattache par le sud à ces carrières, et qui s'étend ensuite dans la direction N.-N.-E. Un petit vallon limite ce plateau au sud et montre à nu, au-dessous du village, un escarpement de grès de 40 mètres environ de hauteur, pendant que le fond du vallon est constitué par des marnes gris bleuâtre, schistoïdes, renfermant de gros *ovoïdes* et des sphérosidérites, et qui sont bien connues des géologues lorrains pour être de beaucoup supérieures au calcaire à Gryphées arquées. C'est dans ces marnes-là, au lavoir de Boust, que M. Buvignier a trouvé le *Belemnites elongatus* et l'*Ammonites planicosta*, fossiles qui sont bien considérés aussi comme postérieurs à la *Gryphæa arcuata*.

(1) *Annales des mines*, 4e série, t. XIX, 3e livraison (juillet 1851), p. 655.

J'ajoute que des relations géologiques toutes pareilles s'observent dans la partie du plateau qui s'étend vers le N.-N.-E. de Boust, jusqu'à Breistroff-la-Grande, sur les flancs du vallon où sont situés les villages de Haute et de Basse-Parthe; et que partout la ligne de séparation du grès et des marnes est accusée par un niveau de sources très abondantes.

Mais les faits se présentent encore plus concluants à Uesselkirch, église isolée qui se trouve sur le plateau, à l'est de Boust et à 2 kilomètres; car là ce n'est pas seulement dans le fond du vallon que l'on voit les marnes à ovoïdes (1) : elles constituent la hauteur entière de la colline (25 mètres), en venant percer le plateau lui-même au-dessous du grès, laissé à l'ouest. Et cela résulte tout naturellement de cette double circonstance : d'abord qu'Uesselkirch étant situé en dehors de la ligne de faîte, le plateau se trouve abaissé déjà, en ce point-là, de 30 mètres environ au-dessous du niveau du village de Boust, et ensuite qu'en Lorraine, comme on le sait, les couches se relèvent du côté de l'est, en sorte qu'on doit rencontrer des assises de plus en plus anciennes à mesure que l'on avance dans cette direction. Voilà les rapports de superposition que l'on observe aux environs de Boust (ils sont bien rendus dans la coupe qu'a donnée M. Buvignier), et ce qui me faisait écrire, en 1849, que, dans cette localité-là, le grès d'Hettange repose sur les marnes supra-liasiques, tout aussi bien que le deuxième étage d'une maison repose sur le premier.

Cependant M. Deshayes, qui défend avec M. Terquem l'opinion contraire, a annoncé, de la part de M. le colonel Hennoque, des conclusions tout aussi tranchées dans un sens diamétralement opposé. Sans connaître les observations sur lesquelles elles s'appuient, je puis au moins m'assurer que ces observations n'ont point été faites à Boust, en sorte qu'elles ne pourront pas détruire les faits qui sont si évidents en ce point-là. Mais elles n'en fourniront pas moins une pièce importante de plus dans ce procès difficile à juger, comme on voit, et qui serait tout à fait digne d'occuper la Société géologique dans les assises qu'elle va tenir annuellement hors de Paris. Je m'estimerais heureux si je pouvais éclairer la cause, en précisant bien l'état de la question.

Ce qui fait tout à la fois la difficulté et l'intérêt qui s'attachent au grès d'Hettange, c'est que rien de pareil à ce grès ne s'est encore présenté à l'observation quand on vient du sud, du côté de Metz,

---

(1) L'un de ces ovoïdes n'était qu'un agrégat de Spirifères, de l'espèce *S. rostratus*.

par exemple ; de manière qu'arrivé devant l'escarpement des carrières d'Hettange, on se trouve brusquement en face d'une minéralogie toute nouvelle. Rien de pareil non plus du côté de l'est ni du côté de l'ouest où se dresse la côte oolitique. Et cela est d'autant plus à remarquer, quant à ce côté de l'ouest, que le coteau d'Hettange est éloigné de 4 kilomètres seulement de la côte oolitique, et que celle-ci le domine de 180 mètres environ ; en sorte qu'au premier abord et en ne consultant que l'orographie, il serait naturel de considérer le coteau d'Hettange comme un témoin détaché de la grande côte. Cependant, rien dans les couches supra-liasiques qui affleurent sur le flanc de cette côte, au-dessous de son couronnement d'oolite, rien qui rappelle le grès d'Hettange.

A défaut de cette identité saisissante qui dispense de toute analyse, il faut donc, pour parvenir à classer le grès d'Hettange dans la série des couches liasiques, l'étudier minutieusement sous les divers rapports : stratigraphique, paléontologique et pétrographique. Mais où prendre la série liasique qui servira d'échelle de comparaison ? Je crois que ce serait entrer dans une voie d'étude aussi peu féconde que peu naturelle, que d'aller emprunter cette échelle aux terrains de l'Angleterre ou du Calvados décrits par les auteurs, en enjambant par-dessus tous les intermédiaires, et que la méthode vraiment rationnelle consiste à comparer le terme inconnu au terme connu qui en est le plus rapproché géographiquement ; à comparer, au cas particulier, le grès d'Hettange aux couches liasiques qui sont si développées en Lorraine au sud de cette localité, avec le caractère normal propre à ces couches.

Or voici, d'après les études auxquelles je me suis livré, pendant près de vingt ans, sur la géologie des départements de la Meurthe et de la Moselle, comment on peut représenter la composition générale du terrain liasique dans cette partie de la France.

Composition du lias dans le département

DÉPARTEMENT DES ARDENNES. (MM. SAUVAGE ET BUVIGNIER)	LUXEMBOURG BELGE. (M. ANDRÉ DUMONT.)	HETTANGE.	DÉPARTEMENT DE LA MOSELLE. (M. VICTOR SIMON, 1836.)
Oolite inférieure.	Calcaire de Longwy.	»	Calcaire ferrugineux.
Marnes supérieures.	Oolite ferrugineuse du mont Saint-Martin.		
	Psammite argileux du mont Saint-Martin. (M. Dumont n'en fait pas un étage à part; il le classe à la partie inférieure de son oolite ferrugineuse.)		Grès supra-liasique.
	Schiste bitumineux et Marne de Grandcourt.		
Calcaire ferrugineux.	Schiste et macigno d'Aubangé.	Grès d'Hettange.	Marnes micacées, grises, siliceuses.
Marnes moyennes à ovoïdes.		Marnes à ovoïdes.	Marnes à ovoïdes. } Posidonies.
			Marnes bleues ou brunâtres feuilletées. } Posidonies.
Calcaire sableux.	Sables et grès de Luxembourg; calcaire argileux et marne de Strassen.		Calcaire à Bélemnites.
Calcaire à Gryphées arquées.	Calcaire argileux et marne de Jamoigne.		Calcaire à Gryphées arquées.
Grès infra-liasique.	Sable, caillloux et grès de Martinsart.		

MARNES IRISÉES

de la Meurthe et dans les contrées voisines.

	DÉPARTEMENT DE LA MEURTHE.		ENVIRONS DE NEUFCHATEAU ET DE LANGRES. (M. ÉLIE DE BEAUMONT.)	VASSY (YONNE). (M. ÉLIE DE BEAUMONT.)
	Oolite inférieure proprement dite.		Calcaire à Entroques, de M. de Bonnard.	Calcaire à Entroques.
Marnes supra-liasiques à Bélemnites.	Marnes supérieures.	Minerai oolitique.	Marnes brunes feuilletées J'^{c}.	Marnes brunes *d*.
		Grès super-liasique (*marly-sandstone* des Anglais).		
	Marnes moyennes, schisto-bitumineuses, à Posidonies.	Grès médio-liasique (grès d'Agincourt). *Avicula inæquivalvis* (Sow.), *Plicatula spinosa* (Sow.), *Ammonites spinatus* (Brug.), *Terebratula triplicata* (Phil.).	Calcaire noduleux J'^{b}.	Ciment romain dit de Vassy *c*.
		Marnes à ovoïdes. *Pecten æquivalvis*.	Marnes brunes J'^{a}.	Marnes à Posidonies *b*.
	Marnes inférieures.	Calcaire ocreux. *Gryphæa cymbium*.		Calcaire noduleux *a* (calcaire à *Gryphæa cymbium* de M. Moreau).
		Marnes. *Hippopodium ponderosum* (Sow.).		Marnes à *Septaria* (de M. Moreau).
				Marnes à *Belemnites clavatus* (de M. Moreau).
Lias inférieur.	Calcaire à Gryphées arquées.		Calcaire à Gryphées arquées.	Calcaire à Gryphées arquées.
	Grès infra-liasique.			
	OU KEUPER.			

J'ai constaté d'ailleurs, en poussant mes études jusque dans le département des Vosges, que la même composition se retrouve dans ce département. Elle se retrouve aussi dans les départements de la Haute-Marne et de la Côte-d'Or, ainsi que j'ai pu m'en convaincre en rapprochant mes observations de celles qui sont consignées dans l'*Explication de la carte géologique de la France*, et surtout en comparant les échantillons à l'appui de cette carte, qui sont conservés à l'École des mines, avec ceux de mes propres collections. Enfin je me suis assuré par mes yeux, dans une exploration faite aux environs d'Avallon (Yonne), de l'identité en ce point-là et en Lorraine de quelques uns des termes principaux de la série liasique. Ainsi, à partir d'Avallon jusqu'à Thionville, cette série est uniformément composée ; et comme, d'un autre côté, le grès d'Hettange se lie nécessairement aux dépôts sableux qui tiennent une si grande place dans le lias du département des Ardennes, et dont la succession a été décrite par MM. Sauvage et Buvignier, il s'ensuit qu'il suffirait d'avoir montré comment le grès d'Hettange se raccorde avec la série liasique de la Lorraine, exprimée par le tableau ci-dessus, pour que ce tableau représentât comme la formule générale du lias depuis le Morvan jusqu'à l'Ardenne (1).

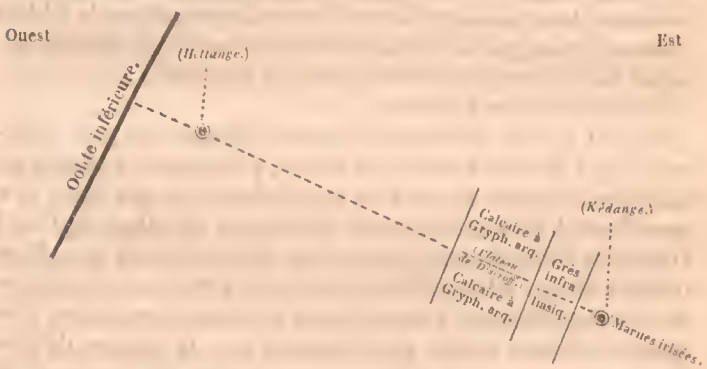
Mais revenons en Lorraine.

On sait que les différentes couches sédimentaires qui constituent le sol de cette partie de la France y forment des bandes parallèles se dirigeant du nord un peu est au sud un peu ouest, et se recouvrant à niveau légèrement décroissant en allant de l'est à l'ouest; et l'on comprend bien qu'une telle loi impose aux affleurements divers, selon qu'ils appartiennent à telle ou telle couche, de certaines relations géographiques et orographiques dont il est essentiel de tenir le plus grand compte pour la solution du problème qui nous occupe. Selon nous, il n'a pas été tenu assez de compte de ces relations par nos contradicteurs.

Or, parmi ces lignes d'affleurements parallèles, il n'y en a pas de plus nettement accusée, dans les environs d'Hettange, que celle qui est tracée par l'escarpement de l'oolite inférieure, qui suit là une direction rectiligne (N. 30° E.) sur une longueur de près d'un myriamètre ; de telle sorte qu'en suivant, à partir de l'escarpement, une ligne menée vers l'est perpendiculairement à sa direction, on rencontrerait toute la série des couches liasiques au

(1) C'est ce que j'ai essayé de figurer en mettant en parallèle, synoptiquement, avec la coupe du lias de la Lorraine, les différentes coupes connues du lias depuis le Morvan jusqu'à l'Ardenne.

moindre intervalle possible les unes des autres. Qu'on imagine donc une pareille ligne passant par Hettange qui est distant de l'escarpement de 4 kilomètres, ainsi qu'on l'a dit plus haut; elle va précisément passer, à 17 kilomètres plus loin, par le village de Kédange, situé sur la petite rivière de la Canner, gisement des mieux caractérisés pour le *grès infra-liasique*, lequel est là dans sa position tout à fait normale, reposant sur les marnes irisées. Comment concilier, si le grès d'Hettange devait être rapporté au grès infra-liasique dont il diffère d'ailleurs complétement, au point de vue pétrographique, comment concilier l'existence de ce grès en deux points à la fois distants entre eux de 17 kilomètres sur la ligne de pente des couches? Mais il y a plus: c'est que le plateau qui s'étend au nord-ouest vers Hettange, et où se trouve Distroff avec ses nombreux fours à chaux, est occupé par le *calcaire à Gryphées arquées* (présentant là son caractère type le moins récusable) distinctement appliqué sur le grès, et qui disparaît ensuite lui-même un peu plus à l'ouest, pour ne plus se montrer.



C'est en considérant, je dois le dire, ces relations géographiques et orographiques, que j'ai été conduit tout d'abord à classer le grès d'Hettange bien au-dessus du grès infra-liasique et du calcaire à Gryphées arquées; et cela avant d'avoir vu les faits de superposition qui sont si évidents à Boust, et tout en reconnaissant d'ailleurs que ce classement laisse substituer une difficulté assez grave au point de vue paléontologique.

On objecte qu'il n'y a pas d'impossibilité à ce que le grès infra-liasique existe à la fois à Kédange et à Hettange, et qu'il suffit, pour cela, d'admettre que le coteau d'Hettange était émergé avant le dépôt du calcaire à Gryphées arquées et des marnes supra-liasiques; de telle sorte que le grès ne reposerait pas sur les marnes

qui se trouvent au pied de ses escarpements, comme les apparences l'indiqueraient, mais que lesdites marnes, déposées après lui, formeraient seulement une ceinture tout à l'entour, comme les terrains de sédiment à l'entour des montagnes anciennes. Cette supposition n'implique sans doute rien d'impossible, et comme elle offrait le moyen d'échapper à la difficulté paléontologique dont j'ai parlé tout à l'heure, elle a été, en effet, produite. Mais il n'y en aurait pas moins là un fait anormal, et tout fait de cette nature a besoin d'être appuyé de preuves directes; alors surtout qu'il ne s'agirait pas d'une dénivellation de petite importance, puisqu'un sondage percé en 1824, à travers les marnes supra-liasiques, dans la ville de Thionville, qui est située un peu au sud d'Hettange, dans la direction des lignes d'affleurement, a été poussé jusqu'à 138 mètres, sans qu'il soit certain que le calcaire à Gryphées arquées y ait même été atteint.

Il paraîtrait, au surplus, que cette hypothèse d'un soulèvement qu'aurait éprouvé le grès d'Hettange antérieurement au dépôt des marnes situées à son pied ne serait plus guère soutenue, et qu'on se bornerait maintenant à dire que ces marnes, déposées originairement sur le grès, ont coulé ensuite jusqu'au pied des escarpements qu'il constitue; en sorte qu'il ne faudrait voir dans lesdites marnes qu'une formation remaniée, une sorte d'alluvion. Sur quoi je ferai remarquer : 1° Que cette nouvelle supposition, fût-elle suffisante pour expliquer la position relative des marnes et du grès, laisserait toujours subsister l'objection dont il a été question plus haut, tirée de la position relative du grès d'Hettange (supposé infra-liasique) et du grès de Kédange; 2° qu'une formation remaniée se révèle toujours par un certain désordre, dont les observations que l'on peut faire sur les marnes dans le vallon de Boust ne font nullement naître l'idée; 3° enfin, que si, en quelques lieux, le relief du sol est tel qu'on pourrait comprendre, jusqu'à un certain point, que les marnes déposées aujourd'hui au pied du grès, dans des bas-fonds, y auraient coulé du plateau, il en est tout autrement à Uesselkirch où, comme on l'a vu, ces marnes constituent la colline dans toute sa hauteur de 25 mètres.

Cette localité d'Uesselkirch répond, comme on le voit, aux deux hypothèses mises en avant pour expliquer la présence des marnes à ovoïdes à un niveau inférieur au grès; elle montre que s'il en est ainsi, c'est tout simplement parce que les marnes à ovoïdes ont été déposées avant le grès. Et d'où il résulte, en se reportant au tableau ci-dessus, que le grès d'Hettange serait placé à un niveau déjà assez élevé dans les marnes supra-liasiques.

Ce qui n'a pas peu contribué à embrouiller la question du classement du grès d'Hettange, c'est qu'on a voulu *à priori* l'identifier avec le grès qui est si développé à six lieues environ plus au nord, près de la ville de Luxembourg, d'où il a pris son nom de *grès de Luxembourg*; lequel appartient, comme le grès d'Hettange, au système des couches liasiques, et a, en effet, de très grands rapports avec ce dernier. Il importe de préciser en quoi consistent ces rapports.

Et d'abord ces deux grès présentent réellement une grande ressemblance : soit qu'on les considère en grand quant à leur manière d'être dans leurs gisements, soit qu'on les considère en petit dans leurs caractères pétrographiques et jusque dans le mode de conservation des coquilles dont le test se détache très nettement en blanc sur la roche, soit quant à leur emploi dans les constructions. Mais voyons s'ils présentent la même analogie quant à leurs relations stratigraphiques.

Le plateau sur lequel est bâtie la ville haute de Luxembourg est formé par du grès que l'on y voit affleurer en larges dalles, et qui constitue au nord et au nord-est de magnifiques escarpements de rochers à pic, fortifications naturelles sur lesquelles sont assises celles que l'art y a encore ajoutées. L'Alzette baigne le pied de ces escarpements en coulant du sud au nord. Or voici ce qu'on observe en descendant cette rivière.

La vallée reste d'abord encaissée dans le grès, puis elle s'élargit sans laisser encore voir d'autre terrain que le grès : le haut des côtes étant occupé par des bois et le reste par des terres arables. Mais arrivé à la hauteur du village d'Helusingen, qui est situé sur la rive droite de l'Alzette, à 5 kilomètres de Luxembourg, on est frappé d'un changement brusque dans la couleur de ces terres, indication d'un changement correspondant dans la nature des couches. On ne tarde pas, en effet, à arriver à un ravin que l'on voit ouvert jusqu'à mi-côte à travers les *marnes irisées*, présentant là leurs accidents si connus de coloration et de contournement, pendant que la partie supérieure de la côte reste toujours couronnée par le grès ; et pour compléter l'indication, on voit un peu plus loin, près d'Heisdorf, des exploitations de gypse au milieu des marnes irisées. Vient-on, maintenant, à s'élever au-dessus desdites marnes irisées, on rencontre des marnes gris bleuâtre, ayant tout à fait l'aspect liasique et qu'accompagnent de petits bancs de calcaire marneux de même couleur, qui renferment des *Ammonites tortilis* (d'Orb.) et des *Ammonites kridion* (Hehl.), espèces considérées jusqu'ici comme appartenant à l'étage de la *Gryphæa arcuata*. Plus

haut il apparaît un calcaire gris blanchâtre avec fragments d'Encrines; plus haut encore ce calcaire devient sableux; et enfin, quand on entre un peu avant dans le bois, on est en plein dans le grès (avec sable), lequel occupe ensuite toute la côte pour aller se raccorder avec celui qui forme le plateau à l'ouest de Luxembourg.

Que résulte-t-il de ces relations si nettes de superposition, quant à la comparaison à établir entre le gisement du grès d'Hettange et celui du grès de Luxembourg? Il en résulte, d'une part, qu'ils offrent entre eux cette dissemblance : que tandis qu'à Hettange il existe, entre le grès et les marnes irisées, une distance considérable soit dans le sens vertical ou en coupe, soit dans le sens horizontal ou en plan, cette distance est, au contraire, très petite à Luxembourg; mais, d'autre part, qu'ils offrent aussi cette analogie : qu'à Luxembourg tout comme à Hettange, le grès ne se trouve pas au-dessous du calcaire à Gryphées arquées, puisque nous l'avons vu tout à l'heure reposer sur la couche de marne à *Ammonites tortilis* et *kridion*, qui n'est évidemment rien autre que la *marne de Jamoigne*, de M. Dumont, assimilée par ce savant professeur au calcaire à Gryphées arquées. A-t-il été fait, dans les environs de Luxembourg, des observations précises qui soient directement contraires à celles qui sont si nettement écrites dans le coteau d'Helmsingen, c'est-à-dire qui montrent le calcaire à Gryphées arquées en recouvrement, non pas seulement sur du grès, mais par-dessus la masse entière du grès? Je ne le crois pas. Car si l'on a indiqué, et si j'ai cru voir moi-même en plusieurs points à l'ouest de Luxembourg, du calcaire à Gryphées reposant sur du grès, ce calcaire ne couronnait pas là toute la masse du grès; en sorte que ce fait ne pouvait pas faire naître l'idée de la postériorité du calcaire à cette masse entière du grès, mais seulement l'idée de la contemporanéité. Encore peut-on douter, pour quelques uns de ces points au moins, d'après l'observation présentée par M. d'Omalius d'Halloy dans la dernière séance, au sujet du gîte de Strassen, encore peut-on douter qu'il s'agisse bien là du véritable calcaire à Gryphées arquées?

Dans tous les cas, et quelle que soit la place qui doit être assignée au grès de Luxembourg dans la série liasique, il est un point, tout au moins, qui est bien mis hors de doute par les relations de superposition que nous avons fait connaître : c'est que le grès d'Hettange ne saurait être considéré comme plus ancien que le grès de Luxembourg. Cependant l'opinion contraire a été émise dans la dernière séance, se fondant sur la rencontre qui a été faite, dans ce dernier grès, de l'*Ammonites Davœi*, espèce supra-liasique

bien connue, tandis qu'aucun fossile de cet âge n'a encore été trouvé dans le grès d'Hettange. Mais le fait de cette rencontre n'implique pas la conséquence que l'on en veut tirer ; et il me semble qu'il peut s'expliquer autrement d'une manière très simple. Il suffit pour cela d'admettre que la cause qui a ensablé les mers liasiques de cette contrée, et qui, comme on l'a vu, a commencé à agir, près de Luxembourg, presque immédiatement après le dépôt des marnes irisées, il suffit d'admettre que cette cause aurait continué à exercer son action jusqu'à l'époque de l'*Ammonites Davœi*, si ce n'est bien plus tard encore.

Dans cet ordre d'idées le grès de Luxembourg, considéré comme division géologique, embrasserait une assez longue période de temps ; il embrasserait à la fois, par exemple, plusieurs des divisions indiquées ci-dessus dans mon tableau du lias de la Lorraine. Il est bien évident d'ailleurs que l'action ensablante s'est également fait sentir pendant très longtemps dans le département des Ardennes ; la puissance et l'étendue du *calcaire sableux* en témoignent. Il y a plus : cette action a eu là des retours ; car après les *marnes moyennes*, qui ont succédé au calcaire sableux, on voit apparaître ce que MM. Sauvage et Buvignier ont appelé le *calcaire ferrugineux* et qui est encore une roche gréseuse, tout comme le *macigno d'Aubange* (de M. Dumont), qui lui est certainement parallèle. Et ne se pourrait-il pas encore que l'action ensablante eût épargné, par des circonstances quelconques, de certains points ; ce qui donnerait le moyen de comprendre l'existence de ces sortes d'oasis de calcaire à Gryphées, qui paraissent se trouver au milieu du grès de Luxembourg, en faisant continuité avec lui ?

Quoi qu'il en soit, il n'y a pas à s'étonner si la cause ensablante, bien qu'ayant prolongé son action pendant une longue période de temps, a imprimé un cachet uniforme aux roches qui se sont successivement formées sous son influence. Et voilà comment il arrive que l'on comprend sous le nom de grès de Luxembourg des roches qui ne sont pas de la même date géologique, et dont les unes, comme dans l'exemple d'Helmsingen, auraient suivi de très près le dépôt des marnes irisées, pendant que d'autres seraient contemporaines de l'*Ammonites Davœi*.

C'est là, selon moi, l'origine de la confusion dans laquelle on est tombé quand on a voulu comparer le grès d'Hettange avec celui de Luxembourg. Ces deux grès, je le répète, sont analogues en ce qu'ils sont placés l'un et l'autre, dans l'échelle liasique, à un niveau notablement supérieur au grès infra-liasique. Mais le grès d'Hettange ne représente pas le grès de Luxembourg dans son en-

tier ; il ne correspond certainement pas aux couches les plus basses de ce dernier, à celles qu'on observe à Helmsingen ; il correspondrait seulement à ses couches supérieures. C'est aussi l'opinion qui a été émise par M. Buvignier, qui l'assimile à son calcaire sableux des Ardennes. Je serais même porté à rajeunir encore un peu plus le grès d'Hettange, en le relevant jusqu'au niveau du *macigno d'Aubange*, que je considère comme l'équivalent de mon *grès médio-liasique*, ainsi que je l'ai exprimé dans mon tableau synoptique. Au surplus, ce n'est pas de ce point-là qu'il s'agit en ce moment ; mais il serait sans doute facile à décider, si l'on suivait pied à pied, ce que je n'ai pas eu le loisir de faire, les couches d'Hettange et de Boust jusqu'aux approches du grès de Luxembourg.

Telle est donc la solution qui me paraît pouvoir être proposée dans l'état actuel de la question, au point de vue stratigraphique ; mais il n'en reste pas moins une difficulté grave au point de vue paléontologique, et il importe de préciser aussi en quoi elle consiste.

Il y a d'abord un point hors de controverse. C'est qu'on n'a pas trouvé de *Gryphæa arcuata* dans le grès d'Hettange, et M. Terquem dit lui-même que la faune de ce grès a un caractère spécial. Cela n'empêche pas qu'il n'y existe bien certainement des fossiles infra-liasiques ; mais il y aurait à discuter si ces fossiles-là ont bien une valeur caractéristique. Cette discussion, je le reconnais, n'est pas de ma compétence ; mais je puis cependant dire, à l'égard de la *Lima* du grès d'Hettange, qui est rapportée à la *L. gigantea*, que j'ai recueilli dans l'oolite inférieure une coquille de ce genre, que l'on ne saurait distinguer, sauf la couleur, de celle du grès d'Hettange. D'un autre côté, il est très vrai qu'on trouve en divers points autour d'Hettange, mais non engagées dans une roche, des Gryphées qu'il paraît impossible de différencier de la *G. arcuata*, et qui ont la couleur propre au calcaire que cette coquille caractérise. Il est très vrai aussi que j'ai rencontré des morceaux de calcaire marneux, bleuâtre, fort analogue au lias, qu'accompagnaient des fragments de l'*Ammonites stellaris*, coquille considérée comme infra-liasique ; mais je dois dire qu'une Bélemnite était engagée dans un des morceaux de calcaire. En tout cas je n'ai pu réussir à voir ce calcaire en place, et il est notoire qu'il n'y a point, près d'Hettange, d'exploitation de cette pierre, qui est si connue et si recherchée pour les propriétés hydrauliques de la chaux qu'elle produit.

Quoi qu'il en soit de cette difficulté dont je reconnais l'impor-

tanée, il est cependant bien entendu que si le fait stratigraphique était partout aussi nettement accusé que dans le vallon de Boust, la paléontologie n'aurait plus qu'à l'enregistrer. Car, s'il appartient souvent à la paléontologie de prononcer sur l'âge relatif des couches, ce n'est toujours qu'à défaut de l'observation directe de la continuité de ces couches, à défaut du moyen de classement rigoureux, géométrique, que fournit la stratigraphie, et provisoirement en quelque sorte. De même que dans l'ordre des lois civiles, si j'ose faire cette comparaison, à défaut de l'acte de naissance pour constater l'âge d'une personne, on consulte la notoriété ; mais que cet acte de naissance vienne, plus tard, à être retrouvé, et c'est lui seul qui fixera l'âge, quoi qu'ait pu dire la notoriété.

M. Hébert fait remarquer que le tableau de la série liasique présenté par M. Levallois pour la Lorraine s'applique très bien à la Normandie, et en général au lias de tous les pays où ce terrain a été observé. Seul, le grès d'Hettange fait exception, et comme il a de frappantes analogies, sous le rapport des fossiles aussi bien que sous le rapport minéralogique, avec le grès infra-liasique du Cotentin, M. Hébert avait naturellement incliné dans le sens d'un rapprochement qu'il n'a pas d'ailleurs la prétention de soutenir comme une opinion positive, puisqu'il n'a point étudié le grès d'Hettange.

M. de Verneuil donne lecture de la lettre suivante qui lui a été adressée par M. Barrande :

Prague, 16 février 1852.

Vous me demandez des nouvelles d'Allemagne. Il n'y en a pas de très intéressantes dans la science qui nous occupe. Les Graptolites semblent avoir attiré principalement l'attention. Vous savez que Geinitz nous en donne une monographie, *provisoire* s'entend, car nous n'avons pas sans doute découvert encore toutes les formes. Je n'ai pu lui rien dire sur l'incorporation des *Néréites* et *Myrianites* que je ne connais presque pas; ainsi c'est sous sa propre responsabilité qu'il fait cette adjonction aux Graptolites. Il m'a communiqué sa classification. Il a cru devoir régulariser la nomenclature des genres en terminant tous les noms en *grapsus* (comme *diplograpsus*, M'Coy), ce à quoi je n'ai fait aucune objection. Voici les cinq genres qu'il établit :

1. *Diplograpsus*, M'Coy. = *Diprion*, Barr. = *Petalolithus*, Suess. = *Graptolites* à deux séries de cellules.
2. *Nereograpsus*, Gein. = *Nereites*, *Myrianites*, *Nemertites*, etc., = *Graptolites* à deux séries de cellules, sans axe solide, ou avec un axe mou.
3. *Cladograpsus*, Gein. = *Graptolites* bifurqués à deux branches. = *Graptolites Murchisoni*, etc.
4. *Monograpsus*, Gein. = (*Monoprion* et *Rastrites*), Barr. = *Graptolites* à une série de cellules.
5. *Retiolites*, Barr. = *Gladiolites*, Barr. = *Graptolites* couverts d'un réseau à mailles ouvertes, au lieu d'un test plein.

En réunissant tous les faits acquis, le livre de Geinitz sera très utile, et je l'ai beaucoup encouragé à le publier. Il doit paraître sous peu. Je ne connais nullement le texte. Les épreuves des quatre premières planches qui m'ont été envoyées sont très belles Il y en aura six en tout.

Le docteur Scharenberg de Breslau m'a adressé, il y a quelques semaines, une brochure (in-4 de 20 pages, 2 pl.) sur les Graptolites de Norwége. Le sujet est bien traité, et les figures faites avec soin. Cependant, je vois que l'auteur n'avait pas à sa disposition des exemplaires aussi bons que certains que j'ai vus chez vous, et à la Société géologique de Londres. Ce travail est, sauf quelques détails, en parfaite harmonie avec les faits et idées qui constituent mon mémoire sur les Graptolites de Bohême. Le docteur Boeck (Christian) de Christiania a traité récemment le même sujet, et m'a donné son mémoire, en venant voir ma collection, dans le courant de l'été dernier. Malheureusement je ne comprends pas le norwégien, je ne puis donc pas lire le texte. D'après les communications verbales de l'auteur, il paraît qu'il a considéré les Graptolites doubles et simples comme provenant de la décomposition successive d'animaux analogues aux Méduses, qui se seraient fendus en deux d'abord, puis en quatre. Cette conception ingénieuse, mais sans fondement, a paru s'évanouir dans l'esprit même de son auteur, lorsqu'il a examiné mes matériaux. C'est ce que m'a dit la personne qui a accompagné chez moi le docteur Boeck dans les deux séances qu'il y a faites pour bien voir les Graptolites et les Trilobites. Vous savez qu'il a été un des premiers à décrire des Trilobites de Bohême (1827). Il a trouvé la famille fort augmentée depuis cette époque, et les métamorphoses l'ont grandement surpris, car il paraît que la Scandinavie n'a encore rien fourni de semblable. (J'ai constaté la métamorphose de 25 de mes espèces, parmi 249.)

L'harmonie que je viens de vous signaler au sujet des Graptolites de Saxe et de Norwége, c'est-à-dire entre les idées de Geinitz, de Scharenberg et les miennes, contraste singulièrement avec la tentative de M. Suess pour détruire à peu près tous les faits que j'ai établis relativement aux Graptolites de Bohême. Son mémoire, qui paraît dans le quatrième volume de la collection Haidinger, est curieux à lire, mais très difficile à comprendre, à cause du style ultra-scientifique du jeune auteur. On dirait qu'il a pris à tâche d'énoncer en tout le contrepied de ce que j'ai observé. C'est à peu près comme le *Prodrome* de Corda. Pour vider ce nouveau différent, j'ai pris le moyen le plus simple. J'ai prié M. Suess de me confier ses matériaux, ce qu'il a eu la louable loyauté de vouloir bien m'accorder. Je me suis procuré aussi les exemplaires, soi-disant extraordinaires, qu'il avait vus çà et là; puis j'ai soumis ces documents, comparativement avec ma collection, à trois juges très capables : le professeur Reuss, et M. Dormitzer, conservateur au musée de Bohême, à Prague; ensuite au professeur Geinitz, à Dresde. Le verdict de ce jury scientifique se résume ainsi :

1° Les matériaux de M. Suess sont de misérables empreintes. J'ajoute que, de tout cela, pas un morceau ne semblerait pouvoir être admis, même comme *double*, dans ma collection.

2° Quant aux *Gladiolites*, M. Suess a pris la surface, ou l'empreinte, pour le fossile entier; voilà pourquoi il en fait une si étonnante description qu'on croirait qu'il s'agit d'un corps composé tout autrement que les Graptolites.

3° Toutes les espèces soi-disant nouvelles établies par M. Suess s'évanouissent, parce qu'elles reposent sur de mauvais exemplaires des formes déjà nommées par moi.

4° Toutes les identités établies par M. Suess entre les Graptolites de Bohême et les espèces étrangères sont fausses et sans aucun fondement.

Pour vous donner une idée de la méthode de l'auteur, comparez *Graptolites serratus*, Schlot., avec mon *Graptolites Roemeri*. Ces deux formes disparates sont identifiées par M. Suess. Ne pouvant pas beaucoup écrire encore, il m'était difficile de faire une réfutation de ce travail. Comme j'ai trouvé une personne qui veut bien écrire sous ma dictée, je vais faire une notice qui sera insérée dans le *Jahrbuch de Bronn et Leonhard*, et qui maintiendra les faits acquis à la science.

J'ai reçu pendant ma maladie un envoi très intéressant de Graptolites des environs de Saalfeld, recueillis par Reinhard Richter. Il y a parmi eux au moins une dizaine de formes de la Bohême,

ce qui indiquerait une formation très analogue à mon étage E. Quelques formes particulières à cette contrée se trouvent aussi dans cette suite, mais sont peu distinctes. Cela demande de nouvelles recherches. Cette partie de la Thuringe présente des formations dévoniennes très développées. Je crois aussi, d'après quelques fossiles que j'ai vus, qu'elle renferme l'équivalent de mon étage D, ou faune seconde. Il y aurait donc là une série des deux divisions siluriennes et du dévonien. Si la conformation du pays permet de bien voir la superposition, ce sera une région très importante pour constater la succession des époques admises dans les temps paléozoïques.

Un autre fait à noter, à ce sujet, c'est que le Harz paraît aussi renfermer un étage du silurien inférieur. J'ai été conduit à cette idée, en examinant les Trilobites de cette contrée, que M. Jugler de Hanovre m'a récemment envoyés, pour les déterminer. Parmi ces Trilobites se trouve un pygidium d'*Asaphus* ou d'*Ogygia*, assez bien conservé, et que personne n'avait remarqué dans cette collection. Il provient des schistes noirs siliceux (*Kieselschiefer?*) de la montagne de Schalk, près Clausthal. Cette localité est comprise dans la grauwacke ancienne (*altere grauw.*) sur la carte de Roemer. J'ai écrit à ce savant pour appeler son attention sur ce fait. Peut-être pourra-t-on reconnaître au Harz la succession des étages, ce qui n'a pas encore eu lieu, car Rœmer n'a pas cru pouvoir me donner un profil idéal avec sécurité. Il m'a écrit qu'il avait fait, en 1852, d'assez nombreuses découvertes de fossiles, qu'il va publier, dans le recueil de Dunker et H. V. Meyer (*Palæontographica*).

Vous avez vu le premier cahier du *Palæontol. suecica* publié par Angelin. Quoique très incomplet, jusqu'ici, cet ouvrage m'a très vivement intéressé, parce qu'il nous donne la première indication des étages siluriens de Suède, que personne n'avait établis d'une manière bien nette. Ces étages, très tranchés, puisque Angelin m'écrit qu'il n'existe aucune espèce commune à deux d'entre eux, sont au nombre de cinq, qu'il nomme : *Regiones* A-B-C-D-E. Leur superposition paraît bien constatée suivant l'ordre indiqué par les lettres alphabétiques. Or, si vous prenez la peine de grouper par région ou étage les Trilobites décrits par Angelin, vous reconnaîtrez : 1° Que l'ensemble des régions A et B renferme les *Paradoxides*, *Olenus*, *Conocephalus*, et la majorité des *Agnostus*, qui, avec un petit nombre de *formes locales*, composent exclusivement la faune de ces deux étages les plus bas de la Suède. (Le genre *Conocephalus* a été nommé *Calymene* par Angelin, mais

il est très reconnaissable dans toutes les espèces.) Ainsi tous les principaux éléments de la Faune primordiale de Bohême se retrouvent en Suède, dans la même position géologique, c'est-à-dire immédiatement au-dessus des roches azoïques. Ce fait avait été constaté, mais sous une autre forme plus générale, par Murchison (en 1844 et en 1847) dans divers mémoires où il annonce avoir reconnu en Scandinavie *la première zone des traces reconnaissables de la vie* (*the earliest zone of recognisable life*). Vous avez vous-même contribué pour beaucoup à l'ensemble des observations sur lesquelles cette assertion était fondée. Mais la rapidité d'un voyage ne vous avait pas permis de distinguer les différents étages de la division silurienne inférieure, ni de tracer les limites des Faunes qui les caractérisent. C'est ce qu'a fait Angelin, dont les recherches doivent avoir été très prolongées et très étendues, si j'en juge par la grande variété des formes nouvelles qu'il a découvertes, dans la classe des anciens crustacés. La Faune primordiale de Suède est plus riche en espèces que celle de Bohême, bien que le nombre des genres soit à peu près le même dans les deux pays. Il n'existe d'ailleurs aucune forme commune à ces deux contrées, parmi les Trilobites décrits. Aucune ne se retrouve en Angleterre dans la Faune primordiale, ce qui indiquerait un complet isolement de ces divers centres primitifs de la vie animale sur le globe. Il est très remarquable que, dans ces trois bassins siluriens, les mêmes genres se représentent, sans s'élever au-dessus d'une hauteur verticale très bornée, si on la compare à la puissance totale de la divison silurienne inférieure. D'après ces considérations et bien d'autres qu'on pourrait y ajouter, l'existence et l'indépendance de la Faune primordiale, en Europe, me paraît un fait bien constaté. J'ajouterai que la Norvége présente un quatrième bassin, où la même Faune occupe une position semblable et se compose des mêmes éléments paléontologiques. Le professeur Boeck, de Christiania, m'a donné à ce sujet des renseignements qui confirment cette assertion, et il m'a promis des documents plus étendus, que j'attends, pour compléter un petit travail que je me propose de publier, sur la succession et la correspondance des principales Faunes siluriennes.

2° Les deux étages ou *regiones C et D* d'Angelin, en Suède, renferment exclusivement ce que je nomme la *faune seconde* de Bohême, et leur ensemble représente mon étage des quartzites D, comme aussi les deux groupes anglais des *Llandeilo-flags* et des *Caradoc-sandstones*. Cette Faune seconde est caractérisée soit par des genres de Trilobites qui lui appartiennent exclusivement,

comme : *Asaphus*, *Ogygia*, *Placoparia*, *Remopleurides*, *Trinucleus*, *Amphion*, *Æglina*, *Dionide*, etc., etc., soit par des genres dont elle renferme la presque totalité des espèces, tels que *Illænus* et *Ampyx*; soit enfin par des formes très particulières des types qui se propagent dans la division supérieure, comme *Acidaspis*, *Cheirurus*, *Bronteus*, etc. Parmi les genres récemment découverts par Angelin en Suède, je citerai *Remopleurides*, *Dionide*, *Æglina*, qui établissent de frappantes relations avec la Bohême, quoique toutes les espèces soient différentes dans les deux pays. La plupart des types que je viens de citer se retrouvent dans toutes les régions siluriennes; Norvége, Russie, Angleterre, Irlande, France, Espagne, Portugal, États-Unis d'Amérique, constatant partout l'existence de la Faune seconde, qui a joui d'une grande diffusion horizontale, et d'une longue succession verticale, par rapport à la Faune primordiale, très limitée dans les deux sens. Cette dénomination de Faune seconde, dans laquelle se trouve compris tout ce qu'il y a de Trilobites connus dans la division inférieure d'Amérique, aura sans doute grand'peine à trouver grâce aux yeux des savants du nouveau monde. Mais puisque la Faune primordiale n'a été bien constatée dans le pays classique d'Angleterre, que plus de dix ans après la publication du *Silurian system*, pourquoi désespérer de la voir un jour découverte en Amérique, comme dans les régions d'Europe où elle est encore inconnue? La grande richesse de la Faune seconde en mollusques de diverses classes, du moins en certains pays, contraste avec la pauvreté relative de la Faune primordiale, composée presque uniquement de Trilobites.

3° La *regio E* d'Angelin, en Suède, comprend les formations de la division supérieure, dans l'île de Gothland, etc. Elle correspond très bien, comme Murchison et vous l'avez constaté, à l'étage de Wenlock, en Angleterre. Elle renferme ce que je nomme la *Faune troisième* silurienne, complétement distincte de la précédente, par les formes spécifiques, quoique fortement liée avec elle par la plupart des genres de Trilobites. Il est assez étonnant de voir cesser presque entièrement à cette époque l'apparition de nouveaux types génériques, dans cette tribu, tandis qu'elle atteint le maximum de sa richesse en formes spécifiques, et que celles-ci varient encore beaucoup dans la suite des temps siluriens. Les mollusques se développent de plus en plus, en certains pays, durant cette troisième période, et je crois que certaines classes d'entre eux fourniront des caractères aussi frappants que les Crustacés, pour la bien définir. Ainsi, parmi les Céphalopodes, nous n'y rencontrons *en général*, que des Orthocères à siphon exigu, par rapport au

grand siphon qui distingue la plupart des congénères de la Faune seconde, en Amérique, Scandinavie, Russie. Vous savez cela aussi bien que qui que ce soit. La Faune troisième, bien nettement limitée à son origine, n'est pas encore suffisamment définie et tranchée vers la fin de son existence. Il me semble que ni les formations de Gothland, ni celles de Wenlock et de Ludlow, ne représentent complétement toute la succession verticale de mes étages E, F, G, H, c'est-à-dire toute la division supérieure silurienne de Bohême. D'un autre côté, vous vous rappelez combien d'analogies nous avons observées entre les fossiles de mes étages cités, et ceux du Maine et de la Bretagne, que vous étiez disposé à considérer comme dévoniens. N'y aurait-il pas là quelque nouvelle délimitation à établir lorsque nous connaîtrons mieux la Faune de France? Peut-être aussi la publication du deuxième volume de Hall viendra-t-elle nous apporter quelque lumière sur ce point, pour moi un peu obscur. On peut encore se demander si, dans la division silurienne supérieure, il n'y aura pas lieu à distinguer une Faune quatrième. Si cette question est résolue affirmativement, il y aurait deux Faunes dans chacune des deux divisions de ce système. Dans tous les cas, la limite entre les systèmes silurien et dévonien, qui paraît très nette en Angleterre, a besoin d'être mieux définie sur le continent, du moins en France, Belgique, contrées rhénanes, Harz, etc. En me guidant seulement par la distribution verticale des Trilobites, je crois que la disparition des véritables *Calymene* d'un côté, et de l'autre l'apparition des *Dalmania* (*Cryphæus*) à pygidium orné de pointes, pourraient servir de points de repère pour fixer cette limite. Ces *Dalmania*, telles que *D. callitelas*, *D. arachnoides*, *D. stellifer*, me semblent exclusivement dévoniennes. Elles se montrent avec d'autres fossiles aussi caractéristiques de cette période, comme *Pleurodyctium*, et bien des Brachiopodes du *Spiriferen Sandstein*, considéré par Rœmer du Harz, comme la base de ce système. Je sais que vous avez beaucoup étudié les terrains de cette époque; ainsi vous pouvez mieux que personne résoudre la question de cette limite, qui ne peut pas manquer de donner lieu à quelque controverse.

Voilà justement le professeur Eichwald qui vient de publier un mémoire relatif à ce sujet, et il n'hésite pas à déclarer les systèmes dévonien et permien comme non avenus. Ce savant, qui a été un des premiers à décrire un *système silurien en Esthonie*, paraît repousser maintenant cette dénomination elle-même, comme inapplicable hors de l'Angleterre. Ainsi tout ce qui a été fait depuis quinze ans avec tant de labeur, et avec un succès si général et si

éclatant dans le monde savant, serait remis en question, et nous serions rejetés de nouveau dans l'obscurité des limbes de la Grauwacke. Je ne sais si le professeur Eichwald trouvera quelque écho, mais je me suis empressé de lui déclarer qu'il ne saurait compter sur moi, en l'avertissant que la partie de ses arguments, qu'il fonde sur la Bohême, est dénuée de fondement. Le mémoire d'Eichwald est intitulé : *Ein paar Worte über die Eifel und die Grauwacke überhaupt*, et se trouve en tête du volume IX^a^ des *Nouv. mém. de la Soc. des natural. de Moscou*, 1851.

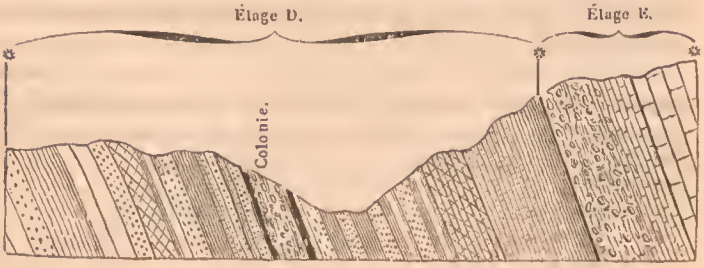
Comme pendant à ce travail sur les terrains paléozoïques, je vous citerai les ouvrages récemment publiés par le professeur Schafhaütl de Munich, sur les terrains secondaires. Dans la description des Alpes bavaroises, il s'évertue à démontrer que la distinction des étages par les fossiles est illusoire ; car, selon lui, le terrain qu'il a exploré montre, constamment réunies dans une même couche, les formes considérées ailleurs comme exclusivement propres à des formations différentes. Votre nom est plusieurs fois cité parmi ceux des paléontologues qui sont un peu rudoyés dans le texte. M. Schafhaütl, pour reconnaître les horizons géologiques, annonce deux moyens qu'il emploie avec plus de succès que les fossiles, savoir l'étude des roches par le microscope et par les acides. Si ces moyens peuvent rendre service en certaines circonstances, ce que j'admettrai volontiers, il est peu probable qu'ils supplantent la paléontologie.

Je vous avais promis la statistique des fossiles trouvés dans mes *colonies*. La voici. Le nombre des espèces de toutes classes s'élève à 63, savoir :

Céphalopodes. .	22	communs à l'étage E, 20	communs à l'étage D, 0
Gastéropodes. .	2	2	0
Brachiopodes. .	9	9	0
Acéphales. . .	12	12	0
Polypiers, etc..	3	2	0
Graptolites. . .	4	4	0
Trilobites. . .	10	7	2
Dithyrocharis ?	1	1	0
	63	57	2

D'après ces chiffres, vous voyez que sur 63 espèces, constituant jusqu'à ce jour la Faune connue de mes colonies, 57 appartiennent à mon étage calcaire inférieur E, c'est-à-dire à la base de ma division supérieure, tandis que 2 seulement sont communes à l'une des colonies et à l'étage D, c'est-à-dire à la division infé-

rieure. Au sujet de ces 2 dernières espèces, je dois faire observer qu'elles ne se trouvent que dans la surface de contact entre la base de la colonie et la formation de l'étage D, sur laquelle cette base repose. Ainsi, le mélange des Faunes n'a pas eu lieu réellement dans la masse coloniale, mais uniquement à sa limite inférieure. En déduisant du total 63 les deux chiffres 57 + 2 = 59, il reste 4 espèces qui paraissent jusqu'ici appartenir exclusivement aux colonies. Je dois vous avertir qu'afin d'éviter toute cause d'erreur, je ne compte, parmi les espèces de mes colonies, que celles qui ont été recueillies en place par moi-même, sans aucun aide ni intermédiaire. Malheureusement, la nature des localités ne me permet pas de donner à mes recherches, sur ces points, le développement désirable; sans cela j'aurais probablement déterré la majeure partie de la Faune de mon étage E, dans les colonies, dont quelques couches paraissent très riches. Mais là où elles se trouvent, il ne m'est pas permis de les poursuivre, et je dois me contenter de briser quelques fragments sur leurs affleurements. Je sais bien que, sans avoir vu mes colonies dans leur gisement, peu de savants sont disposés à prendre en considération ce fait, qui doit cependant avoir une influence dans la science; néanmoins je suis convaincu qu'il attirera toute l'attention qu'il mérite, lorsque quelque autre observation analogue aura frappé les esprits. Le croquis suivant vous montre la position géologique de mes colonies, et il figure spécialement le gisement de celle de Grosskuchel.



Toutes les formations sont parfaitement concordantes dans leur stratification (direction et inclinaison), et le profil est exposé à nu le long des coteaux formant la vallée de la Moldau. Étendue de ce profil : 5,000 mètres (horizontalement).

Les sphéroïdes de calcaire noir, fétide, dans lesquels je trouve la plupart des fossiles, sont épars dans les schistes à Graptolites, soit à la base de l'étage E, soit dans les colonies, et ils ont partout la même apparence pétrographique.

La colonie de Motol, symétriquement située, de l'autre côté de ma division supérieure, par rapport à l'axe du bassin, a beaucoup plus de développement vertical, et présente plusieurs alternances avec les formations de l'étage D, comme si la même Faune étrangère avait persisté à venir reprendre son habitation dans les mêmes parages, après en avoir été plusieurs fois expulsée pour un temps limité. Je trouve d'ailleurs, dans cette colonie de Motol, la même concordance que dans celle de Grosskuchel avec les formations de l'étage D, et la Faune est identique dans l'une et dans l'autre. Je vous prie de ne pas perdre de vue ces faits, si, dans vos pérégrinations si variées, il s'offre à vous quelque chose d'analogue.

Vous me dites posséder d'Espagne un bel échantillon de *Plæsiacomia rara*. Je dois vous avertir que je suis parvenu à reconnaître que le fragment auquel Corda avait donné ce nom est une tête de *Homalonotus* de très petite dimension. J'ai été conduit à ce fait par la découverte d'un véritable *Homalonotus*, aussi très petit, dans les mêmes quartzites des monts Drabow, où la *Plæsiacomia* a été trouvée. Je nomme ma nouvelle espèce *Homalonotus Bohemicus*. Comme j'en ai la tête, le thorax et le pygidium, j'ai pu en reconnaître la nature générique. Or, en dégageant de la roche le fragment de Corda, j'ai retrouvé les mêmes traits, seulement avec une différence spécifique, consistant dans la forme plus conique et comme polygonale de la glabelle. C'est donc actuellement *Homalonotus rarus*. Ce double fait est très intéressant, car il montre l'étendue du genre *Homalonotus*, qui, jusqu'ici, n'avait été signalé qu'en Angleterre, dans la division silurienne inférieure. Voilà maintenant ce genre devenant un des liens communs à la *Faune seconde* de quatre contrées : *Angleterre*, *Bohême*, *France*, *Espagne*. Les fragments de l'espèce de May, quoique très incomplets, me permettent cependant de voir la tête et le pygidium, dont voici les croquis.

Je dois ces deux morceaux à votre libéralité.

Ces formes, très rapprochées de celles de Bohême, s'en distinguent peut-être spécifiquement. Elles établissent une grande

connexion géologique entre les grès de May et ma bande des quartzites des monts Drabow et Wesela. Vous verrez par la figure que je donne de *Homalonotus rarus*, qu'il est difficile de le séparer de la tête de May, ci-dessus esquissée; mais le reste du corps est encore inconnu; il faut donc suspendre son jugement sur l'identité.

Vous me demandez des renseignements au sujet des publications de Haidinger. Ne les reçoit-on pas régulièrement à la Société géologique? Il a paru sept volumes des *Berichte* (in-8°), et quatre volumes des *Mémoires* (in-4°). Les derniers volumes de chaque ouvrage viennent d'être publiés en automne. Maintenant ces deux publications changent de nom, parce qu'elles sont émises par l'Institut géologique impérial, dont Haidinger est directeur à Vienne. Les *Mémoires* conserveront le même format, tandis que les *Berichte* ont déjà reparu avec un format un peu plus grand, et sous le titre de *Jahrbuch der K. K. geolog. Reichs Anstalt.* Il y en a déjà quatre cahiers. (*Chez Braumüller, libraire de la cour, à Vienne.*)

Le volume III des *Mémoires de Haidinger* (*Naturw. Abhandlungen*) renferme un mémoire de Hauer sur les Céphalopodes d'Hallstatt et Aussee, avec 6 planches. — Un mémoire de Reuss sur les Entomostracés du terrain tertiaire d'Autriche, avec 4 planches. — Et divers autres mémoires paléontologiques moins importants, parmi lesquels un de Alth sur la craie de Lemberg.

Le volume IV renferme un mémoire de Reuss sur les Foraminifères et Entomostracés de Lemberg (craie), avec 4 planches. — *Hydrarchos*, par Koch. — *Les ours du Véronais*, par Massalongo, avec 4 planches. — *Les Graptolites de Bohême*, par Suess, avec 4 planches. — Et un mémoire en français, par A. de Zigno, *Sur les Alpes vénitiennes*. Voilà le plus important.

Vous savez que les géologues de l'Institut géologique impérial se sont occupés des Alpes autrichiennes durant deux campagnes. Je ne connais pas encore les résultats de leurs travaux, et je suppose que M. Boué vous tient au courant de tout cela, car il est à la source.

Quenstedt publie un traité élémentaire de paléontologie. Deux volumes ont déjà paru; le troisième est attendu. En ce qui touche les Trilobites, il a persisté dans son système de 1839, c'est-à-dire dans la classification par le nombre des segments du thorax. J'ai eu beau démontrer que ce nombre varie entre les espèces d'un seul et même genre; c'est égal: ce moyen lui paraît plus commode, et il l'emploie, en s'abstenant le plus souvent de donner des noms

génériques. Pour les autres classes, je ne me permets pas d'observations. Vous verrez, si vous parcourez l'ouvrage. On dit que le deuxième volume du traité élémentaire de d'Orbigny a paru. Je ne l'ai pas encore reçu, mais je l'attends prochainement.

M. de Verneuil lit la lettre suivante de M. Desor.

Cincinnati, ce 10 mai 1851.

Mon cher monsieur,

Nous venons de clore le congrès semi-annuel des naturalistes dans cette ville. D'après le caractère de la localité et la préférence que les hommes de science de ce pays-ci accordent en général aux études géologiques, vous ne vous étonnerez pas que notre science y ait joué le principal rôle. Connaissant tout l'intérêt que vous prenez à la géologie américaine, je profite d'un instant de loisir pour vous donner un aperçu des principales questions qui ont été discutées. Je m'y sens d'autant plus encouragé que M. le major D. Owen vient de me faire voir une lettre par laquelle j'apprends que vous avez reçu celle que vous ont adressée MM. Foster et Whitney et que vous l'avez trouvée assez intéressante pour être insérée dans le *Bulletin de la Société géologique de France*. Cette fois encore, ce sont les terrains anciens qui ont fait les principaux frais de la discussion. Parmi les mémoires les plus remarquables je mentionnerai les suivants :

1° Un mémoire de MM. Foster et Whitney sur les terrains azoïques du Lac Supérieur. Ainsi que je crois vous l'avoir fait remarquer précédemment, MM. Foster et Whitney désignent sous ce nom une série de roches talqueuses et quartzeuses, souvent schistoïdes, reposant à la base du grès de Potsdam et alternant avec de nombreux dykes de diorite, ou passant aussi quelquefois à des conglomérats plus ou moins porphyriques. C'est dans ces roches schisteuses que se trouvent, au sommet de la péninsule supérieure du Michigan, les fameux dépôts de fer oligiste du Lac Supérieur, qui dans ce moment préoccupent si fort l'esprit des géologues et des spéculateurs. MM. Foster et Whitney ont signalé un point près de la rivière au Chocolat sur la rive méridionale du Lac Supérieur où le grès de Potsdam est superposé en strates horizontaux au quartz, en sorte qu'il ne peut y avoir le moindre doute que le quartz et les schistes qui lui sont associés soient plus anciens que les grès de Potsdam. A quelque distance de la côte, on voit le granite en contact avec ce même

schiste, et quelquefois y pénétrant et s'y ramifiant sous forme de veines et de dykes, d'où ces messieurs concluent que le granite qui forme le sommet de la presqu'île entre les lacs Supérieur et Michigan est postérieur aux schistes azoïques, et a probablement été épanché à l'époque du ridement qui a donné naissance aux collines de schiste. Quant à l'origine du fer oligiste les opinions sont partagées. Quelques géologues, s'appuyant sur l'apparence rubanée que les masses de fer affectent dans certaines localités et sur les courbures et plissements qui s'y remarquent fréquemment, voudraient lui assigner une origine sédimentaire comme aux schistes eux-mêmes, tandis que d'autres, et c'est le plus grand nombre, considèrent le fer comme d'origine éruptive et l'apparence rubanée du minerai comme le résultat d'un ségrégation subséquente. A l'appui de cette dernière opinion, on cite le fait que le minerai diminue de pureté à mesure qu'on s'éloigne du centre de la péninsule où se trouvent les principaux dépôts (de véritables montagnes de fer comme vous savez).

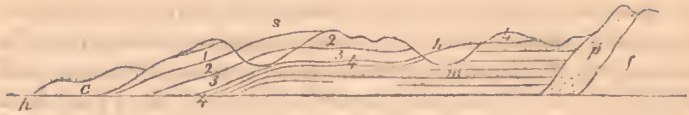
L'âge des grès du Lac Supérieur a aussi été, comme d'habitude, l'objet de vives discussions. Vous savez que c'est un point sur lequel les géologues américains entretiennent des opinions très diverses. Les uns voudraient en faire du nouveau grès rouge, à cause de sa ressemblance avec le grès rouge du New-Jersey et du Connecticut qui est réellement triasique, tandis que d'autres le rapportent sans hésitation au grès de Potsdam. Cette dernière opinion se trouve corroborée par la découverte que MM. Foster et Whitney ont faite d'un dépôt de calcaire à l'Anse, sur la rive méridionale du Lac Supérieur, renfermant une douzaine d'espèces de fossiles que M. Hall rapporte sans hésitation au silurien inférieur. Or, comme ce calcaire forme une butte dans le domaine du grès, il s'ensuit que ce dernier doit par cela même être plus ancien, et qu'il ne saurait en aucun cas être plus récent que le grès de Potsdam. Je dois cependant ajouter que d'après M. Logan les conglomérats de la pointe de Keewenah ainsi que le grès redressé de Michipicaten et de la côte septentrionale du Lac Supérieur ne seraient pas du grès de Potsdam, mais appartiendraient à une formation plus ancienne.

M. D. Owen nous a donné un excellent mémoire sur la géologie des territoires du N.-O. et du bassin supérieur du Mississippi, d'où il résulte que les formations siluriennes inférieures, particulièrement le grès de Potsdam et le calcaire magnésien inférieur couvrent une étendue de pays beaucoup plus considérable

qu'on ne le supposait. Il est maintenant démontré que le calcaire magnésien inférieur de l'O. est identique avec le grès calcifère de la nomenclature de New-York, puisqu'on le poursuit à peu près sans interruption du Mississippi à travers le Wisconsin et le long de la péninsule supérieure du Michigan jusque dans le Canada et l'État de New-York. J'ai moi-même eu la bonne fortune de trouver l'année dernière dans la vallée du Ménononec la même espèce de Trilobite que M. Owen a signalée comme caractéristique du magnésien inférieur du Mississippi. Enfin M. Owen nous a aussi fait voir des plaques de grès de Potsdam renfermant une quantité de petits Trilobites, en sorte que les Lingules ne sont plus les seuls débris d'animaux de cette ancienne époque.

M. Hall nous a communiqué le résultat de ses explorations dans l'État de Wisconsin. Il a poursuivi plusieurs des formations siluriennes bien au delà des limites qu'on leur connaissait jusqu'ici, en particulier le calcaire de Niagara, le groupe de Clinton et le groupe de Hudson. Entre ce dernier et les formations siluriennes supérieures, il se trouve en outre, dans le Wisconsin, un dépôt célèbre par la quantité de galène qu'il renferme, le calcaire magnésien de M. Owen : ce calcaire qui occupe une vaste étendue de pays dans les environs de Galena et de Dubuque sur le haut Mississippi et qui avait déjà été distingué comme une formation à part par M. Lapham, serait, d'après M. Hall, exclusivement propre aux régions de l'O. et n'aurait pas d'équivalent dans l'État de New-York. Notre savant ami propose en conséquence de désigner dorénavant cette formation sous le nom de *calcaire de Galena*. Il lui assigne sa place au-dessus du groupe de Hudson et au sommet de l'étage silurien inférieur, par la raison que les fossiles ont plus d'analogie avec ceux du calcaire de Hudson, qu'avec ceux du Niagara et du Clinton.

Une autre communication qui a produit une grande sensation, c'est un mémoire du docteur King sur les formations paléozoïques de l'État du Missouri. M. King, poursuivant les affleurements des couches de l'E. à l'O. sur une étendue de 78 milles, de Saint-Louis au Pilot Knob et à la Montagne de fer, y a reconnu les équivalents des principales formations siluriennes telles qu'elles ont été étudiées par M. Owen dans le Mississippi supérieur. Voici une esquisse de la coupe de M. King.



h. Houille.
c. Calcaire carbonifère.
s. Silurien.

1. Calcaire.
2. Calcaire correspondant au calcaire de Galena et au groupe de Hudson.
3. Grès.
4. Calcaire siliceux avec fossiles particuliers, pour la plupart composés d'univalves.

m. Couche magnésienne, composée tantôt de sables, tantôt de calcaire sans fossiles, mais riche en minerais de fer, cuivre, plomb, manganèse, nikel, etc.
p. Porphyre pénétré de paillettes de fer.
f. Montagnes de fer (fer oligiste et magnétique).

Bien que toutes les formations comprises dans cette coupe ne soient pas susceptibles d'être, dès à présent, parallélisées d'une manière rigoureuse, il n'en est pas moins démontré par là que les porphyres et les dépôts de fer sont antérieurs aux dépôts siluriens les plus anciens, attendu que ces derniers reposent en stratification discordante sur le porphyre; ils occupent par conséquent une position analogue à celle des dépôts de fer du Lac Supérieur, auxquels ils correspondent en outre d'une manière frappante par leur composition minéralogique, et l'on ne saurait douter qu'ils n'appartiennent, comme ces derniers, à la formation azoïque de MM. Foster et Whitney. Ce résultat est d'autant plus important que jusqu'ici on ne possédait aucune donnée sur l'âge des dépôts de fer du Missouri.

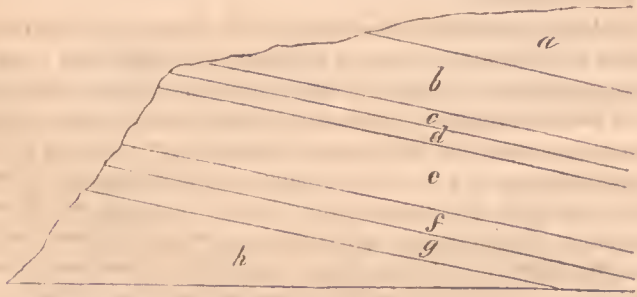
M. le docteur Engelman de son côté a annoncé avoir observé des roches schisteuses analogues à celles du Lac Supérieur dans les montagnes du Texas, en sorte qu'il paraît maintenant bien établi qu'il existe au-dessous des terrains paléozoïques une vaste formation de roches métamorphiques caractérisée par l'absence de débris organiques et par une abondance extraordinaire de minerai de fer. Ce n'est donc pas sans raison que l'on a proposé de désigner cette période sous le nom d'*âge de fer*, par opposition aux terrains paléozoïques qui, dans ce pays-ci et particulièrement dans l'O., représentent plutôt l'âge du cuivre et du plomb.

Nous avons eu en outre un mémoire fort instructif de M. Owen sur la paléontologie des terrains siluriens inférieurs de l'O., qui nous a fait connaître une quantité d'espèces et de genres nouveaux, avec des renseignements précieux sur la distribution des principaux types. Comme le mémoire lui-même était un extrait des recherches de l'auteur, il m'est impossible de vous en donner

un abrégé. Je ferai seulement remarquer que les recherches de M. Owen, comme celles de M. Hall concourent à confirmer les résultats de M. Barrande, à savoir que les formes organiques de ces premières époques sont loin d'être aussi simples et aussi uniformes qu'on était d'abord enclin à le supposer.

A l'égard des formations siluriennes inférieures, les résultats des différents observateurs sont en général des plus satisfaisants en ce qu'ils indiquent une concordance remarquable dans les différentes parties de l'Union. Sous ce rapport le congrès de Cincinnati marque un progrès réel. Il est à désirer qu'après s'être entendus sur les faits, les géologues des différents Etats tâchent de s'entendre aussi sur les noms en adoptant une nomenclature uniforme. Je n'ignore pas qu'il y aura bien des difficultés à surmonter, tant réelles qu'imaginaires. Mais ne serait-ce pas une pitié si, après avoir réuni un si bel ensemble de faits et d'observations, on allait les défigurer par des nomenclatures discordantes.

A l'égard des formations carbonifère, dévonienne et silurienne supérieure, la concordance est loin d'être aussi satisfaisante, et les débats de la réunion de Cincinnati, loin d'atténuer les difficultés, semblent au contraire n'avoir fait que les augmenter, comme cela n'est que trop évident par les recherches de MM. Whitlesey, Christy et autres. En effet, les terrrains paléozoïques le long de la côte méridionale du lac Érié présentent, d'après M. Whitlesey, la coupe suivante :



a. Conglomérat de la houille.
b. Schistes cendrés. — 110 pieds.
c. Grès. — 15 pieds.
d. Schistes noirs avec fossiles identiques avec ceux des schistes de Genessee. — 15 pieds.
e. Grès grossier ou grès à meulières (*grind-stone grit* de M. Whitlesey. — 58 pieds.
f. Schistes rouges. — 20 pieds.
g. Grès de Waverley. — 55 pieds.
h. Schistes de Hamilton.

Dans cette coupe M. Whitlesey reconnaît deux points de repère, les schistes de Hamilton à la base et le conglomérat de la houille au sommet. En comparant cette succession de couches avec celle de l'État de New-York, on est naturellement tenté de rapporter la majorité des dépôts de la coupe ci-dessus à la formation dévonienne. Mais il n'en est pas de même lorsqu'on vient à les comparer avec ceux de la partie méridionale de l'Ohio. M. Christy vient de trouver dans les schistes noirs superposés au *cliff limestone*, et que l'on s'accordait généralement à considérer comme l'équivalent des schistes de Marcellus et de Genessee, plusieurs espèces de Goniatites qui, de l'aveu de M. Hall lui-même, sont identiques avec celles du calcaire carbonifère d'Europe, si bien qu'en prenant ces fossiles pour guides, nous aurions à rapporter à la formation carbonifère tous les étages supérieurs au *cliff limestone* et par conséquent la majorité, sinon la totalité des étages compris dans la coupe ci-dessus de M. Whitlesey. Vous voyez que nous sommes dans un chaos complet, et il vaudrait certes bien la peine que vous vous décidassiez à reprendre le chemin de l'Amérique, pour nous aider de vos lumières.

En fait de paléontologie, nous avons vu de magnifiques choses. Les collections de MM. Christy, Anthony et autres, qui étaient déjà bien riches lors de votre passage dans cette ville, se sont considérablement accrues. J'ai particulièrement admiré la collection de Crinoïdes fossiles de M. Yandell qui ne le cède en rien à celle de M. Troost; elle ne compte pas moins d'une trentaine de genres et près de deux cents espèces du silurien, du dévonien et surtout du calcaire carbonifère. Parmi les raretés récemment découvertes, il faut aussi mentionner plusieurs poissons fossiles, dont deux ont été trouvés dans le *cliff limestone*. Ce sont : 1° Une mâchoire d'un poisson sauroïde trouvée par M. Christy avec plusieurs dents fort bien conservées. M. Agassiz se propose d'en faire le type d'un genre nouveau. 2° Un crâne de poisson couvert de grandes plaques à la manière des Astérolepis, du *cliff limestone* de Madison (Indiana). Le crâne, qui a plus de 6 pouces de long, a été trouvé par M. Norwood. Le genre et l'espèce sont nouveaux d'après M. Agassiz. 3° Une espèce de poisson de la taille d'un Paléoniscus dont on a trouvé plusieurs échantillons fort bien conservés dans le grès à meulière (*grind-stone grit*) de Cleveland (voir la coupe ci-dessus). D'après M. Agassiz, ce serait un type très voisin des Paléoniscus.

Jusqu'à présent, aucun de ces ichthyolites ne saurait nous servir de guide dans la détermination rigoureuse des étages auxquels ils

appartiennent; mais ils n'en sont pas moins du plus haut intérêt au point de vue génétique. Ceux du *cliff limestone* sont en tout cas les plus anciens Ganoïdes dont nous ayons connaissance jusqu'ici. D'un autre côté leur ressemblance avec les Sauroïdes du vieux grès rouge d'Écosse et de Russie semble venir à l'appui de votre opinion sur l'âge du *cliff limestone* que vous rapportez au dévonien, tandis que beaucoup d'autres géologues (et je confesse que j'ai été du nombre) étaient enclins à le rapporter au silurien supérieur.

Les empreintes découvertes par M. Logan dans le grès de Potsdam de la vallée du Saint-Laurent, que M. Richard Owen déclare provenir d'un quadrupède appartenant selon toute apparence à l'ordre des Chéloniens, ont été l'objet d'une vive discussion dans l'assemblée. Il faut convenir que c'est un rude coup porté à la théorie du développement génétique des types. Aussi les partisans de cette théorie ont-ils jeté les hauts cris. M. Agassiz déclare positivement que ce ne peut pas être un quadrupède, et que si les empreintes proviennent d'un vertébré, ce doit être d'un animal complétement différent de tous les autres et sans aucune ressemblance avec nos types actuels. M. Hall aussi récuse toute idée d'un vertébré autre qu'un poisson à cette époque reculée. Il n'en est pas moins vrai que si c'est un fait, il faudra bien l'accepter, quelque dur que cela paraisse. C'est ce que je ne me suis pas gêné de dire en remarquant que M. Owen, en attribuant sans hésitation les empreintes à un quadrupède, n'ignorait sans doute pas les conséquences d'une pareille détermination. Vous m'obligeriez infiniment, ainsi que plusieurs de mes amis, si vous vouliez me faire connaître votre opinion sur ce sujet.

Le scepticisme de nos paléontologistes ne se borne pas aux empreintes du grès de Potsdam. M. Agassiz repousse également l'idée de sauriens dans la houille. Ce ne seraient, selon lui, que des poissons, que les paléontologistes d'Europe auraient pris pour des reptiles, ne sachant pas faire la distinction entre un poisson sauroïde et un saurien. Soyez assez bon pour me dire ce que vous en pensez vous-même, et si réellement on a pu se tromper à ce point.

Les terrains quaternaires ont été l'objet de plusieurs communications importantes, en particulier de la part de M. Owen et de M. Whitlesey. Le premier nous a montré le drift couvrant de vastes étendues de pays dans le bassin supérieur du Mississippi, et s'y distinguant en général par un caractère plus limoneux que dans la région des lacs. M. Whitlesey a fait une découverte plus

importante. Après de longues recherches sur l'origine des dépôts de transport de l'Ouest, ce géologue est enfin parvenu, l'été dernier, à découvrir des fossiles terrestres et fluviatiles dans l'argile marneuse bleue de Cleveland, sur les bords du lac Érié. Poursuivant ensuite ses explorations à l'Ouest, il a fini par retrouver les mêmes fossiles terrestres et fluviatiles (particulièrement des Paludines) dans plusieurs localités le long du Mississippi, entre autres à Dubuque, où elles se trouvent jusqu'à 160 pieds de hauteur au-dessus du fleuve. Il a rencontré les mêmes espèces ou des analogues très voisines dans les falaises de Quincy, sur le Mississippi, ainsi qu'à Mount-Vernon, sur l'Ohio, et à New-Harmony, sur le Wabash. Que si maintenant vous comparez sur la carte la position de ces différentes localités et la hauteur à laquelle s'y trouvent les coquilles lacustres, vous verrez qu'à l'époque où ces coquilles vivaient le bassin du Mississippi devait former, avec celui du Wabash et la partie inférieure du cours de l'Ohio, une vaste nappe d'eau douce, incomparablement plus grande qu'aucune des nappes d'eau douce de l'époque actuelle, tandis que les trois lacs d'Érié, de Huron et de Michigan ne formaient qu'un seul et même bassin qui, probablement, communiquait aussi avec le lac supérieur. Nous eûmes d'abord l'idée, mon ami M. Whitlesey et moi, de désigner ces dépôts d'eau douce sous le nom de *loess*, à cause de leur grande ressemblance avec le limon de la vallée du Rhin. Plus tard, considérant leur vaste étendue et leur grande importance géologique, il nous a sembléé qu'ils méritaient bien l'honneur d'un nom particulier, et nous avons proposé le nom d'*algonquin* ou *terrain algonquin*, d'après la tribu de ce nom qui était jadis répandue dans les limites de notre terrain d'eau douce. Cela me conduirait trop loin si j'essayais de décrire les rapports divers de ce remarquable terrain d'eau douce, soit avec le drift, soit avec les dépôts marins du lac Champlain et de la vallée du Saint-Laurent que j'ai désignés sous le nom de *terrain laurentien*. C'est un sujet sur lequel je reviendrai dans une autre occasion et que je me propose en outre de discuter en détail dans mon rapport officiel.

La question du parallélisme des chaînes de montagnes de ce pays-ci avec celles d'Europe a aussi fait l'objet d'une discussion détaillée. Ayant écrit récemment à M. Élie de Beaumont une longue lettre à ce sujet, je me dispense d'y revenir ici, supposant qu'il a dû vous en informer.

Enfin nous avons dû à M. Agassiz un rapport circonstancié sur les bancs de coraux de la Floride. M. Agassiz en a rapporté une

riche collection d'animaux de toute sorte, parmi lesquels se trouvent un grand nombre d'espèces nouvelles. L'auteur conclut de ses recherches que les bancs de la Floride n'indiquent pas une oscillation du sol sous-marin, et qu'ils se sont formés sans qu'il y ait eu ni affaissement ni soulèvement. M. Tuomey, qui a exploré les mêmes bancs l'année dernière, assure au contraire y avoir découvert des traces évidentes d'un soulèvement lent (*Silliman Journal*), en sorte que la question reste pour le moment en suspens. M. le capitaine Wilkes se prévaut de l'opinion de M. Agassiz pour battre en brèche la théorie de Darwin; mais je doute que, même avec l'appui de M. Agassiz, il parvienne à ébranler le système du célèbre naturaliste anglais. Ce qui est certain, c'est qu'il lui faudra pour cela d'autres arguments que ceux qu'il a avancés jusqu'à présent.

A l'occasion de cette lettre, M. de Verneuil rappelle très brièvement quel est l'état actuel de nos connaissances à l'égard de la présence des reptiles dans les divers étages du terrain paléozoïque. Il y a à peine quelques années, il était généralement admis que les reptiles ne descendaient pas au-dessous des couches du système permien, et c'était un des meilleurs arguments du professeur Agassiz pour placer entre le système permien et le système carbonifère la ligne de division du terrain secondaire et du terrain paléozoïque. Il y avait en effet quelque chose de simple et de séduisant dans cette classification, qui permettait de caractériser le terrain paléozoïque par les poissons, comme ayant été les animaux les plus élevés de cette époque, et le terrain secondaire par les reptiles. Cependant, dans notre ouvrage sur la géologie de la Russie, nous n'avons pas adopté cette manière de voir et nous avons préféré réunir le système permien au terrain paléozoïque, à cause de l'analogie des deux faunes. Les découvertes récentes de reptiles dans le terrain paléozoïque nous ont donné raison.

L'une de ces découvertes les plus importantes est, sans contredit, celle de l'*Archegosaurus* du terrain houiller de Saarbrück, dont parle M. Desor dans sa lettre. On en possède aujourd'hui plusieurs espèces. Après les mémoires de Goldfuss, de MM. Herman de Meyer et Burmeister, on ne saurait conserver aucun doute sur la véritable nature de cet animal, que M. Agassiz, qui n'en avait vu que de mauvais échantillons, avait rapporté à la classe des poissons. Les *Archegosaurus* sont les seuls sauriens dont on ait trouvé les squelettes dans les couches carbonifères, mais on connaît en Amérique plusieurs exemples de pas de quadrupèdes

dont la trace s'est conservée sur des roches de cet âge. Les premières empreintes ont été découvertes en 1844 par le docteur King, dans les grès houillers de Greensburg, en Pennsylvanie, et visitées par sir Charles Lyell, qui crut y reconnaître les pas d'un reptile nouveau. Les secondes ont été observées en 1849 par M. Isaac Lea, dans les bancs inférieurs du système carbonifère, près de Pottsville, 70 milles au N.-E. de Philadelphie. Enfin, en 1851, M. H.-D. Rogers a trouvé, dans la même région anthracitique, de nouvelles empreintes qu'il rapporte à des reptiles terrestres. (*Proceedings of Amer. assoc. of science*, *Albany* 1851.)

A peine l'existence des sauriens a-t-elle été reconnue dans les roches de l'époque carbonifère, qu'on n'a pas tardé à suivre leurs traces jusque dans des époques plus reculées. En effet, dans le cours de 1850, il a été communiqué à la Société géologique de Londres un dessin et une description d'une plaque de grès dévonien des environs d'Elgin, en Écosse, sur laquelle on distinguait trente-quatre empreintes de pas de quadrupèdes. Cette découverte fut bientôt suivie, dans le même pays, d'une autre beaucoup plus importante, celle du *Telepeton Elginense*, dont M. Mantell a fait un dessin et des moules que j'ai vus au musée de Géologie pratique, à Londres, et qui est figuré aussi dans le supplément à la troisième édition du Manuel géologique de sir Charles Lyell. Le squelette, de 3 centimètres de longueur, est assez entier, et présente, selon le docteur Mantell, un mélange des caractères des Lacertiens et des Batraciens. Le grès où il a été trouvé fait, dit-on, partie du vieux grès rouge d'Écosse. A un niveau plus bas, dans ce même vieux grès rouge, sir Charles Lyell a déjà découvert, il y a plusieurs années, des groupes de petits œufs que le docteur Mantell a comparés à des œufs desséchés de grenouille, et qu'il croit appartenir à des Batraciens. Dans l'Amérique septentrionale, on peut citer le *Saurichthys Taylori*, découvert par M. Hall dans le vieux grès rouge de Pennsylvanie. Hâtons-nous de dire cependant que le fragment figuré par M. Hall (*Geol. of N.-Y.*, p. 282), et qui réunit, selon lui, les caractères des sauriens à ceux des poissons, paraît plutôt appartenir à cette dernière classe, qui a des représentants si nombreux dans le terrain dévonien.

De toutes les découvertes de ce genre, celle qui a produit le plus d'impression est celle qu'a faite récemment M. Logan, président de la commission géologique du Canada, et dont fait mention M. Desor dans sa lettre. Averti qu'on avait observé des empreintes de pas d'animaux dans une carrière de grès située près de Beauharnais, sur le Saint-Laurent, un peu au-dessus de Montréal,

M. Logan s'y rendit aussitôt et en fit enlever des plaques qu'il transporta à Londres et qu'il soumit au professeur Owen. D'après l'opinion de cet illustre paléontologiste, ces empreintes auraient été laissées probablement par une tortue d'eau douce (1). Quant à l'âge de la roche, il ne peut y avoir aucune espèce de doute. C'est cette roche si bien connue dans l'état de New-York et au Canada sous le nom de grès de Potsdam, et qui forme la base du système silurien. M. Logan, que j'ai vu à Londres et qui arrive du Canada, où il a fait cet été de nouvelles recherches, a découvert des empreintes de même nature dans d'autres localités, mais toujours dans la même roche. Cette roche est contemporaine des grès à Lingules d'Angleterre, et des grès à *Obolus* de Russie, qui constituent la partie inférieure du système silurien. N'est-il pas permis toutefois de suspendre tout jugement définitif et d'hésiter encore à admettre la présence d'animaux aussi élevés que les Chéloniens dans les plus anciens dépôts renfermant des êtres organisés, quand on réfléchit que les recherches les plus assidues n'ont pu jusqu'ici y faire découvrir de restes de poissons (2)? Quoi qu'il en soit, l'attention est éveillée, et c'est assez pour que la question ne tarde pas à recevoir une solution définitive (3).

M. Constant Prévost fait remarquer que les faits connus n'autorisent pas à admettre que les êtres doivent nécessairement avoir une organisation plus parfaite à mesure qu'on s'élève dans la série des terrains. Ainsi, bien qu'on ait trouvé des mammifères dans les schistes de Stonesfield, on n'en a pas

---

(1) *Quart. Journ. geol. Soc.*, 1851, vol. V, p. 250.

(2) On a cité plusieurs fois des débris de poissons dans le terrain silurien inférieur, mais M. Barrande et M. Salter ont démontré qu'on s'était trompé, et que ces restes avaient appartenu à des êtres moins élevés. En sera-t-il de même des dents microscopiques que M. Pander a découvertes près de Saint-Pétersbourg, et dont M. Barrande a donné connaissance à la Société géologique de France? (*Bull.*, vol. VIII, p. 25.)

(3) Au moment où ces pages s'impriment, sir R. Murchison m'écrit que les nombreuses dalles de grès à empreintes, rapportées récemment par M. Logan, ont jeté un jour nouveau sur cette question, et que, dans la séance de la Société géologique de Londres, du 24 mars dernier, M. Owen, revenant sur sa première opinion, est porté à considérer les animaux qui ont laissé ces empreintes comme plus voisins des crustacés que des sauriens. Il y en aurait de plusieurs espèces.

(Ed. de Verneuil, 4 avril.)

trouvé jusqu'à présent dans le terrain crétacé, qui est cependant plus récent que les schistes : de plus, après s'être proposé toutes les objections possibles sur le gisement des mammifères de Stonesfield, M. Constant Prévost a reconnu que ces mammifères n'ont pas été transportés soit par des puits, soit de toute autre manière, car ils sont associés avec la plupart des fossiles qui se rencontrent à Mamers. M. Constant Prévost ajoute d'ailleurs que l'absence des mammifères dans la craie n'est qu'un fait négatif, qui ne prouve pas qu'il n'y ait pas eu de mammifères à l'époque du terrain crétacé.

M. Boubée dit que les restes de reptiles trouvés dans les terrains les plus anciens sont ceux d'amphibies. Il ne lui paraît pas philosophique d'admettre l'existence de mammifères dans les schistes de Stonesfield et une interruption dans l'existence des mammifères.

Considérations sur la théorie des anciens glaciers, par M. Henri Lecoq.

Dans la séance de l'Académie des sciences du 18 novembre 1850, M. Ed. Collomb publia une note *Sur l'époque de l'apparition des glaciers dans l'Europe centrale.*

A la suite de cette note, M. Constant Prévost en produisit une autre *Sur l'apparition récente des glaciers, sur leur maximum de développement en Europe, leur diminution et leur disparition.*

La note de M. Collomb contenait l'exposition de faits à l'appui d'une opinion exprimée par M. Constant Prévost au sujet des glaciers. « On peut supposer, dit ce savant géologue, que les glaces » polaires et les glaciers des montagnes constituent un phénomène » nouveau qui n'a commencé à se manifester qu'à un certain » degré de refroidissement de la terre, etc. » (*Comptes rendus*, t. XXXI, p. 503.)

Dans sa note, M. Constant Prévost revient sur la doctrine des causes actuelles, et comme il fait entrer le refroidissement de la terre dans ces causes actuelles, il engage à ne pas vouloir trouver identité où il ne peut y avoir qu'analogie.

M. Constant Prévost, après avoir signalé les *excentricités* dans lesquelles plusieurs géologues ont été entraînés par leur imagination, en voulant donner une théorie des phénomènes glaciaires,

pense que l'extension des anciens glaciers ne met pas en défaut les causes actuelles ; il croit, au contraire, « que ces phénomènes » bien étudiés fourniront une nouvelle preuve à l'appui de la » marche rationnelle, qui consiste à procéder dans les sciences » d'observation du connu à l'inconnu, et, pour l'histoire de la » terre en particulier, à remonter de proche en proche, du présent » au passé. »

Cette marche est, selon nous, très rationnelle ; mais si la doctrine des causes actuelles consiste seulement à étudier le présent pour se rendre compte du passé, en accordant plus de puissance et d'énergie aux forces agissantes autrefois qu'à celles qui se manifestent à notre époque, si le refroidissement de la terre, primitivement incandescente et aujourd'hui habitable, rentre dans le domaine des causes actuelles, nous sommes entièrement de l'école de M. Constant Prévost. Nous remarquerons cependant que le nom *causes actuelles* ne rend pas la pensée.

Voici du reste, au sujet des glaciers, comment M. Constant Prévost explique leur formation.

« Quelles sont les conditions nécessaires pour qu'un glacier » s'établisse? 1° Que l'eau qui tombe de l'atmosphère puisse per- » sister sur le sol à l'état de neige ou de glace ; 2° que la tempé- » rature estivale ne fasse pas fondre toute la neige tombée pendant » la saison froide. C'est la somme de ces restes actuels qui constitue » et étend le glacier.

» D'un autre côté, les rapports de la température moyenne de » l'hiver et de l'été restant les mêmes, il faut que la quantité » d'évaporation soit pour ainsi dire fixe ; car, si celle-ci diminue, » il tombera moins de pluie ou de neige sur les montagnes ; il y » aura en conséquence moins ou pas de résidu chaque année après » la fonte, et les glaciers existants diminueront et disparaîtront » même tout à fait.

» L'abaissement et l'élévation des montagnes doit encore entrer » comme élément dans le problème à résoudre, et l'on sait que » les montagnes peuvent devenir plus hautes par suite des disloca- » tions du sol, ou s'abaisser par tassements ou dégradations.

» Maintenant on doit concevoir que jusqu'à une époque donnée » de la vie du globe, sa température propre, jointe à l'action solaire, » n'a pas permis à l'eau de rester gelée sur aucun point de sa » surface. A une époque subséquente et déterminée par le degré » de refroidissement de la masse planétaire, les glaciers sont de- » venus possibles partout où la quantité d'évaporation a donné » lieu à une chute de neige plus abondante que celle qui pouvait

» être fondue par la chaleur climatérique moyenne de la localité, » et, par conséquent aussi, le résidu annuel a été plus considérable » dans les contrées humides que dans les contrées sèches. De cette » manière, on peut expliquer l'apparition, l'extension, la dimi- » nution et la disparition alternatives des glaciers sur une surface » du sol donnée, selon qu'elle sera successivement plus ou moins » submergée et émergée. » (*Comptes rendus*, t. XXXI, p. 689, séance du 18 novembre 1850.)

Il est impossible de formuler plus nettement les causes des glaciers, et de combattre avec plus de force les théories qui invoquent une période de froid comme indispensable à l'extension des glaciers.

Nous avons cru devoir réclamer devant l'Académie des sciences la priorité de ces idées, parce que dans deux mémoires adressés à cette Société le 9 mars et le 4 mai 1846, et publiés en 1847 sous le titre *Des glaciers et des climats, ou des causes atmosphériques en géologie*, nous avons retrouvé les passages suivants :

« D'après notre manière de voir, un glacier n'a jamais pu se » former sans que la quantité de neige tombée dans une année, » par exemple, ne dépasse la quantité fondue par le sol ou le » climat dans le même espace de temps.

» Il est bien évident que, si les quantités tombées et fondues » sur un point du globe sont égales, il ne doit en résulter autre » chose qu'une masse d'eau solide accumulée, puis une fonte plus ou » moins rapide, et ainsi de suite pendant longtemps : c'est une » action diluvienne.

» Mais que dans une année la quantité de neige tombée soit » égale à 12, et la quantité fondue égale à 10, il y aura un reste » 2 qui attendra la neige suivante; celle-ci sera encore égale à » 12, et la fusion égale à 10. Le nouveau reste 2 s'ajoutera au » précédent qui alors sera 4, et ainsi de suite pendant une longue » série d'années. Tous les restes superposés formeront une somme » considérable qui chargera le pôle ou la montagne...

» Ce courant, composé de tous les excédants de neige tombés » chaque année sur le point culminant où ces restes ne peuvent » fondre par défaut de chaleur suffisante, descend donc vers des » points plus bas, et, recevant plus de calorique, fond à sa surface » et à son extrémité inférieure.

» Mais tant que l'alimentation continue à la partie supérieure, » et qu'elle reste 12, que la fusion dans les mêmes lieux continue » d'être 10, le glacier marchera et avancera aussi loin qu'il le » faudra, tant qu'il ne rencontrera pas d'obstacle insurmontable,

» jusqu'à ce que la température du point où il arrivera lui per-
» mette de fondre son excès de 2; alors il restera stationnaire.
» Mais si par la suite l'alimentation diminuait de 2, que la fusion
» diminuât seulement de 1, il est clair que le glacier prendra
» successivement du retrait. Si pendant ces mouvements de pro-
» gression ou de rétrogradation, que nous avons supposés uniformes,
» il survenait des inégalités dans les causes qui accroissent ou
» détruisent, c'est-à-dire dans l'alimentation et la fusion, il est
» certain que le glacier indiquerait ces inégalités par des oscilla-
» tions d'étendue, qui pourraient à nos yeux altérer ses grands
» mouvements réguliers, comme nous voyons les variations acci-
» dentelles du baromètre marquer, sous nos climats, ses balance-
» ments périodiques si réguliers sous les basses latitudes. » (*Des glaciers et des climats*, p. 307.)

« L'extension des glaciers dépend d'une question d'udométrie;
» elle est en rapport avec la quantité d'eau qui peut tomber sous
» forme de neige et s'y maintenir avec la température nécessaire
» à une évaporation active; elle trouve sa solution dans la com-
» paraison des causes d'alimentation et de fusion. » (*Ib.*, p. 315.)

« Toutes les conditions d'alimentation des glaciers sont donc
» remplies par une élévation générale de la température de la
» surface du globe et la présence de condensateurs sur certains
» points où la vapeur peut se déposer congelée. » (*Ibid.*, p. 324.)

« Il est donc très naturel de concevoir qu'à une époque où la
» chaleur produisait sur la majeure partie de la terre une grande
» quantité de vapeurs, tous les lieux un peu élevés, qui pouvaient
» se couvrir en hiver d'une couche de neige infiniment plus
» épaisse que celle que nous y voyons aujourd'hui, aient pu en
» conserver une portion et donner naissance à des glaciers; ils ont
» existé dans les Vosges, en Écosse, peut-être dans l'Atlas, et dans
» un grand nombre de localités où l'on finira par découvrir leurs
» traces. » (*Ibid.*, p. 331.)

« On voit que toutes ces observations concourent à faire consi-
» dérer l'ancienne extension des glaciers comme parfaitement en
» rapport avec une température climatérique plus élevée, et ce
» même accroissement comme incompatible avec un hiver éternel,
» avec une prétendue période frigorifique que l'on a vainement
» cherché à caractériser, et dont toutes les observations conscien-
» cieuses, et particulièrement celles de M. Agassiz, tendent à dé-
» montrer l'impossibilité. » (*Ibid.*, p. 337.)

Enfin j'ai publié dans ce même ouvrage sur les glaciers et les climats un chapitre sur l'influence de l'ancienne élévation des

montagnes, et sur leur abaissement successif par dénudation. (P. 339.)

Si j'ai cité ces passages pour justifier une réclamation de priorité, c'est que ces idées tellement simples : la proportion du névé qui alimente le glacier est en rapport avec la neige qui tombe, celle-ci avec la vapeur que contient l'atmosphère, et la quantité de vapeur d'autant plus considérable qu'il fait plus chaud, étaient peu répandues à l'époque où j'ai présenté mon travail à l'Académie des sciences. On niait l'ancienne extension des glaciers, ou bien on les attribuait à une période frigorifique, sans penser que le froid arrêtait l'alimentation. On les regardait comme une énigme dans la série des événements géologiques, et personne ne voulait admettre que la période glaciaire fût une conséquence du refroidissement de la terre, et qu'elle ait pu commencer pendant l'époque tertiaire, ou du moins pendant la période pliocène. L'extension des glaciers, admise par la plupart des géologues, était toujours le résultat d'une cause exceptionnelle.

J'ai cru qu'en considérant l'apparition des glaciers comme découlant tout naturellement du refroidissement lent et séculaire de la surface du globe, je soutenais une thèse tout opposée aux idées qui alors, il y a cinq ans, étaient mises en avant, et étaient partagées par les glacialistes, et j'ai défendu cette opinion. Je conteste d'autant moins que des idées analogues aient été professées dans ses cours par M. Constant Prévost, qu'il l'assure lui-même en répondant à ma réclamation ; mais l'éloignement ne me permettait pas d'assister à ses savantes leçons, et à l'exception d'une note de M. Ladame, insérée dans la *Bibliothèque de Genève* (4e série, t. III, p. 128), où il dit à un autre point de vue « que la chaleur est la principale cause de la formation des glaciers et la source des faits nombreux qu'ils présentent, » je n'ai rien vu de publié qui m'enlevât la priorité de ces idées.

Au reste, nous avons terminé, dans les *Comptes rendus* avec M. Constant Prévost, notre discussion relative à ces idées de priorité, et si je rentre en lice aujourd'hui sur un terrain qui me permet une plus grande latitude et plus de liberté en étendue, j'ai deux motifs pour en agir ainsi, et pour amener le débat des *Comptes rendus* dans le *Bulletin de la Société géologique*. Le premier est de remercier M. Constant Prévost d'être revenu sur ce sujet en termes très bienveillants pour moi dans la séance du 3 mars 1851, à l'Académie des sciences. Le second est de répondre à quelques objections qui atteignent d'autant mieux mon travail, qu'elles sont présentées par un géologue dont le nom seul fait autorité.

Les courts extraits que j'avais adressés à l'Académie des sciences, avec mes deux mémoires, en mars et mai 1846, n'ayant pas été insérés dans les *Comptes rendus*, M. Constant Prévost a bien voulu présenter, le 3 mars 1851, un aperçu très exact de ma théorie, qu'il termine par ces réflexions.

« Après un nouvel examen de l'hypothèse principale, je crois » avoir de nouveau le droit de dire avec franchise que, si toutes » les suppositions auxquelles s'est livrée l'imagination féconde de » ce géologue ne sont pas gratuites, elles sont, selon moi, au moins » inutiles pour expliquer les faits géologiques, et, en particulier, » pour rendre compte des phénomènes glaciaires.

» J'ajouterai que plusieurs sont, en principe, tout à fait inad- » missibles, car elles sont en opposition avec certains faits bien » constatés. »

Voici la première des objections de M. Constant Prévost :

« Il me suffira, dans le moment, de faire la remarque, que si » l'extension des anciens glaciers était réellement due à une plus » grande évaporation, qui elle-même aurait eu pour cause la plus » grande action calorifique du soleil, cette dernière cause aurait » aussi eu pour effet d'augmenter d'autant le pouvoir dissolvant » de l'air pour l'eau vaporisée, et, d'une autre part, de faire fondre » plus rapidement les glaciers à leur surface et à leur extrémité. »

J'avoue que je comprends peu la portée de cette objection, et j'admets bien volontiers que s'il fait plus chaud les glaciers fondent davantage; mais la question ne repose pas sur ce point. Il s'agit de connaître le rapport de l'alimentation à la fusion. Or, personne ne contestera que les glaciers n'augmentent ou ne s'entretiennent que par la neige qui tombe sur les sommets. Chaque année cette neige, transformée par la chaleur en névé, s'ajoute comme de larges écailles à la partie supérieure du glacier, tandis que l'extrémité inférieure de celui-ci descend et vient fondre dans des vallées plus chaudes des glaces qui s'accumuleraient éternellement sur les sommets, si elles ne pouvaient descendre dans un air plus échauffé. On ne contestera pas que la quantité de neige qui alimente le glacier n'exige, pour se former et se précipiter sur les points condensateurs, une certaine évaporation qui sera toujours en rapport avec le climat. La neige qui peut se précipiter sur un point refroidi dépend de l'eau qui a pu se vaporiser, et la vapeur est nécessairement sous la dépendance de la proportion de calorique appliquée à sa production. Plus le climat est chaud, plus l'air dissout de vapeur, et plus grande est la quantité de neige qu'il peut déposer quand, passant sur des points élevés où la tem-

pérature est à 0, il perd en partie son pouvoir dissolvant et abandonne son humidité.

Ainsi la grande dépense de calorique fournie par un climat chaud a lieu à la surface du sol pour transformer l'eau en vapeur, et quand le calorique devenu latent par cette opération est plus que rendu à l'atmosphère par le passage de la vapeur à l'état solide, c'est dans les hautes régions que cette restitution a lieu, et c'est vers l'espace ou dans des couches d'air très éloignées de la terre que la chaleur consommée à la surface redevient libre, sans compensation pour les points où le glacier est descendu.

Quelles sont maintenant les conditions de la fusion? C'est à peine si, au contact du soleil, la glace se fond à sa surface. Elle réfléchit la majeure partie des rayons, et, d'un autre côté, comme cette glace a besoin d'absorber autour d'elle 79,1 de chaleur pour passer à l'état liquide, il est bien certain que l'élévation de température du climat aura bien plus de prépondérance pour former la glace que pour la fondre, à cause des inégalités produites par l'altitude, bien plus de puissance pour alimenter que pour détruire.

Mais supposons un instant, ce qui serait très inexact, comme on vient de le voir, que la cause calorifique, qui peut augmenter par l'évaporation la quantité de neige, soit également capable de la fondre, comme le dit M. Constant Prévost, restera la question des surfaces, qui ne peut laisser aucun doute dans les esprits.

Tous ceux qui ont étudié les glaciers savent très bien que leur partie extérieure seulement est susceptible de fondre. On attribue, il est vrai, une partie de l'eau qui s'en écoule à la fusion de leur partie inférieure en contact avec le sol, ce qui est possible, et ce qui tient principalement aux sources qui peuvent sortir des flancs des vallées et dissoudre une partie de la glace. En définitive, un prisme de glace représentant un glacier appliqué dans une vallée ne perd sa substance que par ses surfaces; la glace intérieure est protégée par celle qui l'entoure, et l'énorme quantité de calorique nécessaire pour opérer la fusion ne peut atteindre les parties internes du prisme qu'après avoir fait disparaître toutes les couches externes qui les protégeaient. Notre question se trouve réduite alors à des dimensions de surface.

Prenons un mètre cube de glace; il nous offrira 6 mètres de surface extérieure sur lesquelles la fusion pourra s'opérer; mais si nous divisons un autre mètre cube en décimètres cubes, nous en aurons 1,000, et la surface de chacun étant de $0^m,6$, nous aurons l'énorme superficie de 600 mètres, et l'action de la chaleur sera

alors dans la proportion de 1 à 100. On pourra donc augmenter impunément la température pour le mètre cube de glace non divisé, et malgré cela il résistera bien plus longtemps que celui dont les actions de contact auront été tellement multipliées qu'il aura disparu en très peu de temps.

Sans vouloir admettre d'aussi grandes disproportions entre les glaciers anciens et contemporains, nous devons cependant reconnaître que l'époque glaciaire nous présente des amas tellement puissants que les différences de surface devaient les rendre bien peu dépendants du climat au point de vue de la fusion.

Les causes d'alimentation et de permanence surpassent en intensité les effets d'anéantissement et d'épuisement; cette objection de M. Constant Prévost ne nous paraît pas fondée.

La seconde objection de M. Constant Prévost est celle-ci :

« M. Lecoq suppose que, par l'action solaire seule, la tempé-
» rature estivale était aux pôles, vers la fin de l'époque crétacée,
» comparable à celle actuelle des tropiques. A-t-il calculé ap-
» proximativement, en tenant compte du volume relatif du soleil
» et de la terre, ainsi que de la distance qui sépare ces deux
» astres, combien de milliers de siècles eussent été nécessaires
» pour que l'action calorifique solaire fût arrivée graduellement
» au point où elle est maintenant aux pôles?

» Dans mon hypothèse qui n'a rien de commun avec celle de
» de M. Lecoq, et qui a pour objet de ramener l'explication des
» phénomènes glaciaires à la doctrine des causes actuelles, je n'ai
» besoin pour expliquer les faits que d'invoquer les lois de refroi-
» dissement, presque démontrés, de la masse terrestre, et de
» rappeler, ce que tout le monde admet, que des changements
» notables dans les conditions climatériques d'un même lieu sont
» la conséquence inévitable de mouvements du sol qui émergent
» ou submergent certaines parties de celui-ci, et déplacent les
» courants marins. »

M. Constant Prévost cite quelques exemples des conséquences qui suivraient la rupture de l'isthme de Panama, du déplacement du Gulf-Stream et d'une nouvelle submersion du sol européen : « Le climat deviendrait plus humide, les glaciers prendraient de
» nouveau un plus grand développement dans nos montagnes, et
» ils s'avanceraient promptement dans nos plaines. »

M. Constant Prévost termine par une dernière objection :

« Dans l'hypothèse de M. Lecoq, la retraite des anciens gla-
» ciers n'aurait pu être que continue; on voit au contraire, aux
» traces laissées dans les vallées et par les moraines abandonnées

» à certains intervalles, que cette retraite a été irrégulière et par-
» fois interrompue; et ce fait coïncide avec celui des dépôts de
» formation marine ou fluviatile, émergés successivement, et
» disposés en étages dans nos vallées et sur nos rivages, et avec les
» terrasses parallèles qui indiquent des niveaux divers et prolongés
» des eaux.

» Cette coïncidence entre la marche rétrograde des glaciers
» dans les montagnes de l'Europe et les témoignages de l'émersion
» successive de ce grand continent est un sujet d'un grand intérêt
» sur lequel j'ai recueilli déjà beaucoup de documents, et que je
» me propose de traiter prochainement.

Pour répondre avec quelque méthode aux diverses assertions contenues dans cette partie de la note de M. Coustant Prévost, j'aurai à examiner : 1° la question de temps ; 2° l'intermittence des anciens glaciers et leur coïncidence avec les dépôts de formation marine ou fluviatile, émergés successivement, et 3° l'influence solaire sur les climats.

1° *Question de temps.* — En traitant de l'influence solaire, je reviendrai sur cette objection de M. Constant Prévost; pour le moment, je me contenterai de rappeler ce qu'a déjà dit M. de Charpentier : que l'on n'était pas dans l'usage de marchander le temps au géologue. En effet, je pourrais faire la même demande à M. Constant Prévost pour ses oscillations de continent, ses submersions et ses émersions dont j'admets du reste la possibilité. Les partisans des causes actuelles devraient être très réservés dans ces objections contre la durée des temps géologiques ; ils ont aussi besoin de tous les siècles que l'imagination peut leur accorder, et comme aucun fait ne peut nous guider sur une étendue dont nous ne connaîtrons jamais les limites, nous pouvons nous tenir quittes sous ce rapport.

2° *Intermittence des anciens glaciers et leur coïncidence avec les dépôts de formation marine ou fluviatile émergés successivement.* — Quand on étudie avec soin les vallées des Alpes, des Pyrénées, des Vosges, on y reconnaît facilement les traces d'anciens glaciers. Des moraines indiquent leur plus grande extension, et marquent leurs limites par des amas de pierres et de débris souvent démantelés par les eaux, et, quelquefois aussi, presque intacts.

A une certaine distance, en remontant la vallée, et quelquefois très loin, on rencontre le glacier actuel terminé aussi par une moraine contre laquelle il appuie, ou bien il existe une sorte de fossé contre la moraine et les premières masses de glace. Si le glacier s'était successivement retiré, le terrain situé entre la mo-

raine actuelle et l'ancien point d'arrêt indiqué par un amas de débris serait entièrement un, ou du moins n'aurait que du terrain erratique éparpillé, abandonné par la retraite successive, mais continue du glacier. Il n'en est pas ainsi : on voit presque toujours entre l'ancienne et la nouvelle moraine une série de petits amas transversaux qui indiquent des oscillations dans le glacier, et non une retraite continue, et cette discontinuité, cette interruption dans la décroissance est invoquée par M. Constant Prévost contre mon hypothèse. M. Ed. Collomb m'avait déjà fait la même objection. Nous ne voyons aucun phénomène géologique, et surtout météorologique, suivre une marche constamment régulière; ce qui le prouve, c'est qu'à notre époque nous sommes obligés, pour trouver les éléments de nos calculs ou de nos suppositions, de prendre des moyennes d'un grand nombre d'années; et, si nous examinons la partie exacte de la météorologie, nous voyons les moyennes de température, de pression atmosphérique, etc., varier selon les années, et nous arrivons à ce résultat que, s'il existe des variations progressives et continues, elles sont masquées par les variations accidentelles et par la durée insignifiante des temps pendant lesquels nous avons observé.

La nature paraît avoir suivi toujours la même marche. Actuellement les glaciers existent encore ; ils avancent ou reculent dans certaines limites, et nous assistons à ce spectacle comme un homme qui passerait quelques minutes sur les bords de l'Océan. Il verrait les vagues avancer et reculer tour à tour ; mais, faute de temps, il ignorerait s'il assiste à l'époque du flux ou du reflux de la mer.

Les vagues des glaciers ne s'avancent pas sans pousser devant elles et sans recueillir le terrain éparpillé qu'elles avaient laissé en arrière; elles marquent donc leurs mouvements, et si, pendant une longue période de retrait, il arrive à ce fleuve congelé de reprendre momentanément du terrain, il faut de toute nécessité qu'il reconstruise une moraine en recueillant les matériaux qu'il avait disséminés dans sa retraite.

Maintenant que des soulèvements partiels ou continentaux, que des crevasses ou des tremblements de terre, que quelques différences même dans la distribution relative des terres et des eaux, comme le pensent MM. Constant Prévost et Lyell, aient pu modifier ce grand phénomène et y introduire des inégalités, je suis loin de le contester. Il est cependant une cause générale qui domine dans le phénomène erratique, c'est sa circonscription et son immense développement vers les pôles; c'est son uniformité générale en Europe, en Asie et en Amérique, son extension dans

les montagnes, sa décroissance dans les lieux élevés, suivant les latitudes, comme, par exemple, son affaiblissement de la Scandinavie aux Alpes, de celui-ci aux Pyrénées; en un mot, sa dépendance complète de la latitude, qui est une des grandes puissances de la terre.

Nous ne pouvons voir dans un aussi vaste phénomène qu'une cause astronomique, et nous éviterons de répéter ce que nous avons publié ailleurs sur ce sujet.

M. Constant Prévost annonce que ces intermittences, signalées par des séries de moraines, coïncident avec des dépôts de formation marine ou fluviatile, émergés successivement et disposés en étages dans nos vallées et sur nos rivages, et avec les terrasses parallèles qui indiquent des niveaux divers et prolongés des eaux. J'ai toujours trouvé des difficultés à déterminer l'âge précis de diverses alluvions qui sont rarement reconvertes, ou qui se confondent avec celles qui leur sont superposées. Ici il s'agirait, dans une même période, celle des anciens glaciers, de séparer des époques, et d'établir des synchronismes entre des phénomènes liés par des résultats analogues. Je ne puis rien dire à cet égard à M. Constant Prévost, puisqu'il n'a pas publié à ma connaissance le travail qu'il annonce sur cet objet. Si mes doutes, qui peuvent être partagés par quelques géologues, pouvaient hâter la publication de ce travail, notre discussion actuelle, je le dis sincèrement, aurait un résultat utile pour la science. Mais comme je ne nie en aucune manière la possibilité de l'hypothèse de M. Constant Prévost sur les mouvements des continents, ces faits, mis hors de doute, ne pourraient entraîner ma conviction fondée sur la généralité et l'uniformité du phénomène erratique; ils expliqueraient seulement d'une manière plus ou moins satisfaisante les principales oscillations de la retraite des anciens glaciers.

3° *Influence solaire sur les climats.* — Dans ma théorie des glaciers et dans tout le travail que j'ai publié sur ce sujet, mon but était d'abord de détruire une erreur acceptée par la plupart des géologues, et que plusieurs d'entre eux admettent encore, *que l'ancienne extension des glaciers est due à une période frigorifique, ou au moins à une température plus basse que celle de la période actuelle.* Il n'était pas difficile de démontrer qu'il ne se forme pas de vapeur sans chaleur, et qu'il ne neige pas ou presque pas pendant les froids. J'ai essayé ensuite de remplacer une erreur par une vérité, ce qui était beaucoup plus difficile. Je dois avouer que je tenais plus au premier résultat, et je crois y être arrivé plus sûrement qu'au second. M. Constant Prévost ne croit pas non plus

à la période frigorifique de l'époque glaciaire. Il la combat comme moi, et si la bataille est gagnée, je ne demande pas mieux, avec lui, de rester au second rang.

Quand il s'agit de reconstruire, nous ne sommes plus d'accord. Il place mon hypothèse, avec plusieurs autres, dans les excentricités d'imagination, et cela simplement parce que je me suis demandé d'abord, si les climats étaient plus chauds autrefois que de nos jours, ce que M. Constant Prévost reconnaît comme tous les géologues, et parce que j'ai supposé que le soleil devait avoir eu de l'influence sur les changements de climat.

Je n'ai attaqué dans mon hypothèse ni la chaleur centrale, ni les soulèvements linéaires et instantanés, ni les soulèvements continentaux, ni même les distributions différentes des continents et des mers. J'ai seulement essayé d'ajouter aux causes géologiques acceptées une cause raisonnable à laquelle on n'avait pas songé.

L'application du refroidissement séculaire de la masse de notre planète ne rend pas compte d'une manière convenable de l'ancienne extension des glaciers, et, comme on ne peut pas changer les faits, il est nécessaire de modifier les hypothèses.

Je ne suis pas parti d'une hypothèse pour rechercher si les faits observés pouvaient s'y adapter ; mais l'évidence des faits ne m'ayant pas laissé d'autre alternative, j'ai admis, comme une théorie qui rend compte des moindres détails du phénomène des glaciers, le refroidissement lent et progressif du soleil.

Je m'attendais bien à voir combattre immédiatement cette idée à laquelle cependant j'attachais bien moins d'importance qu'à démontrer que l'ancienne extension des glaciers, loin d'avoir eu lieu pendant une période frigorifique, avait exigé une température plus élevée que la nôtre, et était une conséquence naturelle du refroidissement de la surface de la terre. Ceci admis, le phénomène glaciaire rentre dans les faits ordinaires de la géologie ; il n'en est plus une exception. Si l'on veut me démontrer que la chaleur centrale a pu produire ces effets et peut les expliquer, si l'on veut substituer une autre hypothèse à celle du refroidissement du soleil, si l'on préfère augmenter l'épaisseur de l'atmosphère, etc., j'abandonnerai le refroidissement du soleil, si l'on peut donner sans cela une théorie applicable au phénomène dont nous nous occupons. Celle de M. Constant Prévost ne me paraît pas suffisante.

Je ne vois pas, au reste, ce qu'il y a de si extraordinaire à supposer le refroidissement séculaire du soleil. Lorsqu'en géologie on a parlé pour la première fois de la chaleur centrale, on a con-

sidéré cela comme un rêve; cependant, quand on a vu que cette théorie expliquait parfaitement les faits, elle a été adoptée. Les premières idées sur le soulèvement des montagnes, où l'on ne voyait d'abord que des terrains battus en brèche par un océan idéal, ont rencontré d'ardents contradicteurs qui seraient mal reçus s'ils reproduisaient aujourd'hui leurs principes. N'a-t-on pas trouvé ridicule de considérer le granite comme un produit du feu? Et peu à peu on s'est tellement accoutumé à regarder comme igné tout ce qui n'est pas sédimentaire, que l'on accepte aujourd'hui avec une certaine défaveur les tendances de quelques géologues à voir de nouveau dans le granite un précipité ou une combinaison chimique formée dans le sein de l'océan primitif. Les cratères de soulèvement ont été aussi l'objet de nombreuses discussions, et il n'est pas jusqu'au basalte qui n'ait excité de nombreuses récriminations quand on s'est permis de dire, contre la décision de l'illustre Werner, qu'il était d'origine volcanique!

Je devais donc bien penser qu'en faisant, pour la première fois, application à la géologie de considérations d'un ordre tout différent de celles qu'on a coutume d'y appliquer, je n'obtiendrais pas l'assentiment des géologues, et je ne déterminerais pas leur conviction.

Je sais très bien que l'on m'objectera qu'il est impossible de vérifier l'exactitude de mon hypothèse, et que je ne puis fournir aucune preuve de modifications possibles, permanentes ou périodiques dans l'intensité des rayons solaires. Je suis donc réduit à des analogies comme ceux qui discutent l'origine ignée ou aqueuse du granite, et quand on aura bataillé longtemps sur cette origine, on adoptera l'hypothèse qui rendra le mieux compte des faits, sans que l'on puisse pour cela s'assurer davantage de la vérité que de l'inaltérabilité du soleil.

La plupart des vérités admises aujourd'hui ont donc commencé par être considérées comme des *excentricités de l'imagination*.

Dès que l'on sort de la route ordinaire, on devient excentrique pendant quelque temps, et je demanderai à M. Constant Prévost la permission de lui citer les paroles de deux de ses illustres collègues à l'Académie des sciences avec lesquels je serais heureux de me rencontrer, même dans des idées d'excentricités.

« Dans l'explication d'un aussi curieux phénomène, dit » M. Arago, en parlant du refroidissement des pôles et des beaux » travaux de Fourier, les cosmologues n'assignent aucune part à » des variations possibles dans l'intensité du soleil, et cependant

» les étoiles, ces soleils éloignés, n'ont pas la constance d'éclat que » le vulgaire leur attribue, et quelques unes, dans un espace de » temps assez court, se sont trouvées réduites à la centième partie » de leur intensité primitive, et plusieurs ont même totalement » disparu. On a préféré tout attribuer à une chaleur propre ou » d'origine dont la terre aurait été jadis imprégnée, et qui se se- » rait graduellement dissipée. »

Il ajoute un peu plus loin : « Tant que le soleil conservera le » même éclat, les hommes d'un pôle à l'autre retrouveront, sous » chaque latitude, les climats qui leur ont permis d'y vivre et de » s'y établir. » (Arago, *Éloge historique de J. Fourier*, *Annales de chimie et de physique*, avril 1838, t. LXVII, p. 386 et 391.)

On voit que M. Arago admet le refroidissement du soleil, non seulement comme possible, mais comme probable, et il exprime son étonnement de ce qu'on n'a fait entrer pour rien dans les hypothèses cosmologiques cet élément important dans l'appréciation du refroidissement du globe.

M. Pouillet va plus loin. Dans son remarquable mémoire sur la chaleur solaire, il démontre qu'en supposant qu'aucune cause particulière ne puisse reproduire cette chaleur à la surface de l'astre, dans l'hypothèse d'une conductibilité parfaite, et en considérant la chaleur spécifique comme 133 fois celle de l'eau, il attribue au soleil l'énorme refroidissement d'un degré par siècle en supposant l'espace à —142. (Pouillet, *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. VII, p. 35.)

Herschell professait les mêmes idées sur le refroidissement du soleil, ou du moins sur son changement d'éclat, et cette supposition paraît si peu excentrique et si naturelle que M. Arago disait encore il y a quelques années : « Chaque siècle, en léguant aux » siècles futurs quelques chiffres bien faciles à obtenir, leur don- » nera le moyen peut-être le plus simple, le plus exact et le plus » direct de décider si le soleil, aujourd'hui source première à peu- » près exclusive de la chaleur de notre globe, change de consti- » tution physique et d'éclat comme la plupart des étoiles, ou si, » au contraire, cet astre *est arrivé à un état permanent.* » (Arago, *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XI, p. 309.)

Nous ne pensons pas après ces citations que l'on persiste à regarder comme entièrement gratuite la supposition d'un refroidissement solaire, et il serait assez singulier que l'on admît sans difficulté l'incandescence primitive de la terre et la consolidation

de sa surface, en refusant au soleil, qui dépense à chaque instant des torrents de chaleur, la faculté de perdre successivement tout le calorique qui s'en éloigne en rayonnant.

Personne ne songe à nier aujourd'hui que les anciens climats, pendant lesquels se sont formés tous les terrains de sédiment, étaient plus chauds que les climats actuels, et l'on attribue cette élévation de température à une portion de la chaleur centrale qui se faisait jour à travers l'écorce déjà consolidée de la terre. Les faits appuient cette théorie pour les sédiments les plus anciens, et ils deviennent insuffisants pour les terrains plus modernes. L'action de la chaleur centrale a dû être uniforme pour toute la terre, et lui donner partout, à peu près, le même climat. Elle a dû faire disparaître tout ce qui dépendait de la latitude et des saisons, et nous voyons en effet beaucoup d'uniformité dans les premiers dépôts, et surtout dans les êtres vivants qui ont laissé leurs débris dans ces premiers sédiments. Les mêmes espèces se retrouvent sur de grands espaces; et comme alors presque tous les êtres organisés vivaient dans l'eau, c'était une condition de plus en faveur de l'uniformité et de l'aire d'extension des mêmes espèces. Mais à peine les anciens terrains sont-ils déposés, et principalement vers les pôles, que nous voyons déjà les effets de la latitude ou des climats solaires. Les dépôts jurassiques n'avancent pas jusque vers les pôles, la craie se resserre encore dans des limites moins étendues, les bassins tertiaires restent confinés sous des climats moins froids, et, de plus, chacun d'eux se spécialise et devient plus distinct à mesure que la température s'affaiblit.

Si la chaleur centrale avait agi seule, la même uniformité aurait continué de régner.

Quand l'époque glaciaire apparaît, elle ne se montre pas tout à coup, mais peu à peu, en commençant par les points où le climat, dépendant de la latitude, permet aux neiges de tomber et de séjourner quelque temps; c'est aux pôles et sur les montagnes de la Scandinavie que les premières neiges s'accumulent, puis elles fondent en été quand le soleil revient, et cette fusion tumultueuse entraîne très loin des débris de rochers qui datent déjà de l'époque tertiaire. C'est plus tard que les glaciers se forment par la persistance des neiges, et que le terrain erratique des glaces recouvre le terrain de transport des neiges. Ce qui existe dans le nord de l'Europe se reproduit dans le nord de l'Asie et dans toute l'Amérique boréale. Le phénomène est circonscrit par une zone de latitude. Nous voyons les mêmes effets se produire plus tard dans les Alpes. Il y a presque identité : terrain diluvien d'abord, ré-

sultat de pluies qui tombent et qui lavent le sol ; terrain de transport tumultueux provenant de neiges accumulées dans une saison, et qui fondent complétement dans une autre ; enfin, et par-dessus, débris erratiques et moraines que nous suivons pas à pas jusqu'aux glaciers actuels, qui ne sont que les restes des anciens courants. Mais ici le terrain erratique est extrêmement moderne ; il est loin du terrain tertiaire, et le phénomène des Alpes suisses est évidemment postérieur à celui des Alpes scandinaves. Les Vosges, voisines des Alpes, offrent le même caractère, et en étudiant les beaux travaux de M. Ed. Collomb sur les divers terrains de transport de la vallée du Rhin, on explique, dans notre hypothèse, l'apparition successive de ces divers dépôts, dont les uns proviennent des Vosges, tandis que d'autres sont descendus des Alpes. On voit partout les mêmes faits qui se reproduisent dans le même ordre à des époques différentes, déterminées par deux causes qui agissent encore dans le même sens, la latitude géographique et l'altitude des montagnes.

L'universalité et l'uniformité du phénomène glaciaire détruisent l'idée qu'il doit avoir eu son origine dans des relations différentes entre la distribution des eaux et des continents. Comment ces émersions et submersions se seraient-elles opérées avec assez de régularité pour que nous retrouvions partout, dans une certaine zone, à partir du pôle, l'ancienne extension des glaciers? Comment les traces de ces anciens glaciers, classées chronologiquement, auraient-elles reçu du hasard un ordre déterminé par les latitudes?

Des apparitions de continents auraient déterminé subitement la présence immédiate du phénomène, tandis que l'on reconnaît dans tous les terrains alluviens, depuis les terrains tertiaires jusqu'à nos jours, une continuité d'une extrême lenteur, une immense période pendant laquelle la terre, ou du moins l'Europe, n'a pu éprouver qu'un soulèvement continental peu important, relativement à l'extension des glaciers du nord.

M. Constant Prévost termine sa note en disant : « Qu'un exa- » men sérieux de l'hypothèse que personne ne songe à me disputer » conduit à la faire rejeter comme inutile, et comme contraire à » plusieurs des faits particuliers qu'il s'agissait d'expliquer. »

Si l'on voulait s'en tenir simplement aux faits sans chercher à en tirer de conclusion, je conviens que mon hypothèse serait inutile comme toutes les autres ; dans l'état actuel des sciences, où nous sommes convenus d'accepter des hypothèses ou des théories, ces explications deviennent inutiles quand elles sont remplacées par d'autres qui s'adaptent mieux aux observations qu'il s'agit de

coordonner. Ma conviction à l'égard de celle qui est proposée par M. Constant Prévost n'est pas complète, et je ne puis accepter sans appel le jugement qu'il porte sur la mienne.

Il arrive tous les jours qu'en appelant d'une sentence on respecte infiniment la personne et le savoir de celui qui l'a prononcée ; c'est la position particulière dans laquelle je me trouve aujourd'hui, et M. Constant Prévost ne verra, j'espère, comme moi, dans cette discussion, que le désir que nous avons l'un et l'autre de trouver la vérité.

Le Trésorier présente l'état de la caisse au 31 mars dernier.

Il y avait en caisse au 31 décembre 1851. .	2,932 fr.	95 c.
La recette, depuis le 1er janvier 1852 jusqu'au 31 mars, s'élève à.	4,919	60
Total. . .	7,852	55
La dépense, depuis le 1er janvier 1852 jusqu'au 31 mars, s'élève à. . :	4,558	15
Il restait en caisse au 31 mars 1852. . . .	3,294 fr.	40 c.

M. Coquand trace le tableau suivant indiquant le nom des formations et la succession des étages reconnus dans la province de Constantine, et renvoie au travail qui doit être inséré dans le recueil des *Mémoires* les détails de description.

DÉSIGNATION DES TERRAINS.	ROCHES COMPOSANTES ET FOSSILES.	ROCHES IGNÉES ET FILONS.	LOCALITÉS.	TYPES DE COMPARAISON HORS DE L'AFRIQUE.
1° SCHISTES CRISTALLINS.	Gneiss, micaschistes. Phyllades, cipolins. Fers oxydulés.	Lherzolites. Amphibolites.	Golfe de Stora. Environs de Bône.	Maures et Esterel (Var).
2° TRIAS.	Phyllades, anagenites. Quartzites, schistes marneux. Calcschistes, dolomies.	Granite. Fer oligiste. Fer oxydulé.	Sidi-cheikh-ben-Rohou. Filfilah. Toumiettes.	Cap Argentaro. Cap Corvo. Rio la Marina. Ile d'Elbe.
3° JURASSIQUE. Lias inférieur.	Calcaire avec *Belemnites acutus*, etc. Marbre blanc, cipolin.	Granite, pyroxène radié. Fer oligiste, fer oxydulé.	Sidi-cheikh-ben-Rohou. Toumiettes. Filfilah.	Massa Carrara. Campiglia. Saint-Beat, Ile d'Elbe.
3° JURASSIQUE. Lias moyen.	Calcaire avec *Plicatula spinosa*.		Oued-el-Kantra.	Jura.
3° JURASSIQUE. Jurassique inférieur.	Dolomie, calcaire avec *Holoctypus depressus*.	Filons de cuivre.	Sidi-Rgheiss.	Calvados.
3° JURASSIQUE. Jurassique moyen.	Argiles et calcaires avec *Ammonites tatricus* et *Diceras arietina*.	Filons d'antimoine et de mercure.	Sidi-Rgheiss. Djebel-Taïa.	Italie. Europe.
4° CRÉTACÉ. 1. Néocomien inférieur.	Calcaires, marnes, grès, avec *Belemnites dilatatus*, *Ammonites Astierianus*.	Antimoine oxydé.	Aïn-Zairin. Oued-Cheniour. Djebel-Hamimat.	Provence.
4° CRÉTACÉ. 2. Néocomien moyen.	Calcaire avec *Caprotina ammonia*.	»	Aïn-Zairin. Constantine.	Provence.
4° CRÉTACÉ. 3. Néocomien supérieur.	Argiles, marnes avec *Belemnites semicanaliculatus*, *Ammonites gargasensis*.	»	Aïn-Zairin. Oued-Cheniour. Chepka, Constantine.	Provence.

4o CRÉTACÉ.	4. Gault.		Argiles et marnes.	»	Aïn-Zairin, O.-Cheniour.	Provence.
	5. Grès vert.		Argiles et calcaires avec *Hippurites organisans* et *H. cornu-pastoris*, *Ostrea binuricalata*.	»	Aïn-Zairin. Oued-Cheniour. Temlouka. Oued-el-Kantra.	Provence.
	6. Craie chloritée.		Calcaire avec *Ammonites varians* et *Turrilites costatus*.	»	Aïn-Zairin, O.-Cheniour. Tebessa, Oued-el-Kantra.	Provence. Rouen.
	7. Craie tufau.		Calcaire marneux.	»	Aïn Zairin. Djebel-Abioud. Chepka.	Rouen. Isère.
	8. Craie blanche.		Calc. blanc avec *Ostrea vesicularis*, et *Ananchytes ovatus*.	»	Tebessa, El-Outaïa. Djebel-Abioud Temlouka.	Meudon, Beausset. Isère.
	9. Craie de Maëstricht.		Calcaire à *Ostrea larva* et *Hemipneustes*.	»	Tebessa, Zaatka. El-Outaïa.	Maëstricht. Gensac.
5o TERTIAIRE.	Inférieur.	Nummulitique.	Calcaires, marnes et grès avec *Nummulites*.	»	Vallée du Safsaf. Taïa, Ghelma.	Europe.
		Lacustre gypsifère.	Argiles, lignites. Calcaire avec *Flabellaria Lamnnnnis*.	»	..... Smendou.	Aix, Gargas. Monte Bamboli.
	Moyen marin.		Mollasse, grès, argiles avec *Pecten Beudanti*, *Ostrea longirostris*.	Spilite. Filons de plomb et de cuivre sulfuré.	Garsa. Djebel-el-Meida, Kremica. Zouabis.	Suisse. Vallée du Rhône.
	Supérieur.		Poudingues et grès.	»	Constantine. Setif.	La Bresse. Vallée de la Durance.
6o MODERNE ET CONTEMPORAIN.			Mollasse marine avec *Helix*. Grès et argiles avec briques romaines. Travertins.	» ..... Sources thermales.	Cap de Garde. Golfe de Stora. Constantine.	Toscane. Toscane, Italie.

M. Coquand se borne à transcrire la portion de son travail qui se réfère à la description des mines d'antimoine oxydé, exploitées dans les environs de *Sidi-Rgheiss* au S.-E. de Constantine.

C'est dans le mont *Hamimat*, et au milieu des calcaires et des argiles néocomiennes inférieures que gisent les fameuses mines d'antimoine oxydé; celles de *Sempsa*, qui ont exclusivement fourni de l'oxyde globuleux radié, sont délaissées. Nous décrirons le gîte de *Djebel-Hamimat*, qui est beaucoup plus important.

Il fournit au commerce quatre variétés principales de minerai, qui sont : 1° le minerai compacte; 2° le minerai grenu ; 3° le minerai cristallisé ; 4° le minerai disséminé.

Le minerai compacte est d'un blanc laiteux avec une teinte douteuse de gris, d'aspect pierreux et de cassure conchoïdale. Il ressemble à la céruse ou à l'acide arsénieux du commerce.

Le passage de cette variété au minerai cristallisé s'opère par une variété grenue dans laquelle les grains sont visibles et miroitent à la lumière, à la manière des dolomies ou du marbre statuaire à grains fins de l'Italie. C'est au milieu de ce minerai que se trouvent les géodes tapissées de cristaux octaédriques, d'une transparence parfaite, et dont quelques unes ont plus de 3 centimètres de diamètre.

Le minerai disséminé consiste en une infinité de cristaux libres au milieu des argiles, ou agglutinés faiblement. Nous devons mentionner, dans des fouilles que l'on a pratiquées à l'O. du principal établissement, l'existence de nombreux cristaux octaédriques d'antimoine oxydé, d'un blanc mat, opaque, emprisonné au milieu d'un calcaire noir très compacte, en couches bien réglées, et dépendant de ces mêmes bancs qui contiennent le *Belemnites latus*. Ces cristaux sont hermétiquement enclavés dans la roche, sans qu'il soit possible d'y remarquer la moindre communication entre eux, de sorte qu'ils s'y trouvent logés comme des cristaux de fer sulfuré ou de quartz hyalin dans des calcaires rudimentaires et dans certains gypses.

Outre l'oxyde, on observe encore du sulfure d'antimoine; il y est peu répandu et se présente sous forme de petites houppes soyeuses, composées de quantité de fibres capillaires accolées et constamment logées dans les géodes ou dans les cavités du minerai compacte à la surface des cristaux octaédriques. Un souffle un peu fort les fait disparaître avec la plus grande facilité. Il est quelquefois converti en oxyde sulfuré, et il présente alors cette belle couleur rouge brun particulière au kermès minéral.

Nous savons déjà que dans les environs d'Hamimat le terrain néocomien est composé de calcaire noir, alternant avec des argiles noires, et du grès fin alternant aussi avec des argiles. Ces couches sont verticales, leur direction S.-S.-E.—N.-N.-O. magnétique. C'est au milieu du calcaire et dans l'axe du vallon que le minerai d'antimoine est encaissé. Il se montre sur plusieurs points, dans divers bancs et à divers niveaux, mais dans des conditions parfaitement identiques et démontrant leur communauté d'origine, ainsi que l'action d'une cause constante pendant le cours d'une même période géologique. Sa présence se trahit aux affleurements par des cristaux octaédriques enclavés dans le calcaire néocomien et par quelques blocs détachés. Tous les travaux exécutés au sud de la barraque des mineurs, à l'O., dans la mine du Figuier, ainsi qu'aux chantiers principaux, ont démontré que l'oxyde d'antimoine formait au milieu des calcaires des amas irréguliers, parallèles aux couches, complétement dépourvus de gangues, et intimement liés aux argiles et aux calcaires qui leur servent d'épontes. En effet, il n'est pas rare de voir ce dernier renfermer d'abord de nombreux cristaux, puis être remplacé par le minerai et souvent empâté par lui sous forme d'îlots emprisonnés : — reproduction exacte de ce qu'on observe dans les amas et les couches de fer hydraté de la formation jurassique, où calcaire et fer, tenus en dissolution dans le même liquide, quoique provenant de sources différentes, se sont précipités en même temps et offrent des mélanges, des enchevêtrements et des exemples nombreux de pénétration et de remplacement réciproques. Ainsi, d'après ma conviction, basée sur l'observation des faits, on peut considérer comme très nettement établi, qu'à Hamimat l'antimoine oxydé existe en amas réguliers, et que chaque amas est indépendant des amas voisins, et subordonné aux couches encaissantes dont il partage par conséquent la stratification.

Si, des circonstances particulières de leur position, on cherche à remonter à la théorie générale de leur formation, il ne sera pas difficile, nous le pensons, de leur reconnaître une origine aqueuse : en effet, la présence de nombreux cristaux octaédriques emprisonnés dans le calcaire compacte, l'absence complète de gangues et le parallélisme le plus complet entre les amas et les bancs encaissants, forcent à formuler cette conclusion à l'exclusion de toute autre.

Si l'on admettait l'existence de filons-couches d'antimoine sulfuré, et la conversion graduelle, par voie de décomposition, du sulfure en oxyde, il resterait impossible d'expliquer comment des cristaux d'oxyde auraient pu pénétrer à des distances éloignées,

souvent de plus d'un mètre de la masse principale, jusqu'au cœur d'un calcaire très dur et compacte, qui, dans l'hypothèse d'une épigénie par voie aqueuse, n'a pu éprouver aucun de ces phénomènes de dilatation et de ramollissement invoqués quelquefois à l'appui de la formation de certaines substances minérales au moyen de la chaleur ou d'émanations souterraines. La coexistence des cristaux et des calcaires implique nécessairement la dissolution simultanée et la cristallisation simultanée des uns et des autres. En vain voudrait-on invoquer des opérations analogues à celles qui se sont accomplies dans les gîtes calaminaires où les silicates et les carbonates de zinc proviennent de la décomposition du sulfure. Partout où la blende est exposée à la transformation, nous avons vu le zinc carbonaté et silicaté former des amas concrétionnés, des géodes cristallisées qui tendent à recouvrir superficiellement les dépôts de sulfure, ou bien à remplir les fissures existant dans le filon lui-même ou dans les crevasses des parois encaissantes. Mais nulle part on ne remarque les roches compactes qui constituent les épontes se charger, dans le cœur même de leur masse, de cristaux isolés, ainsi qu'on l'observe dans le Djebel-Hamimat.

D'autre part, il serait difficile, si on admettait que l'oxyde provient de la décomposition du sulfure d'antimoine, de se rendre convenablement compte des petites houppes de stibine implantées au-dessus des cristaux octaédriques et dont la position semble autoriser l'explication inverse. Si l'on reconnaît avec nous que le dépôt des gîtes d'Haminat a pu être produit par des causes analogues à celles qui, à diverses époques du globe, ont amené le fer hydroxydé en amas que l'on remarque au milieu des terrains stratifiés, il ne sera pas trop audacieux de concéder en même temps que les sources qui amenaient les oxydes étaient accompagnées de dégagements de gaz sulfhydrique, lequel, en réagissant sur des portions d'oxyde non encore précipité, les réduisait en sulfure et les forçait de cristalliser sur l'oxyde déjà formé ; aussi n'est-il pas rare de rencontrer les variétés pierreuses et les plus compactes criblées de vacuoles, à la manière de certains basaltes, et les vacuoles tapissées par du sulfate d'antimoine aciculaire : conséquence inévitable du passage des gaz et de leur réaction sur l'oxyde d'antimoine.

Cette théorie ne se trouve d'ailleurs en opposition avec aucun des grands principes admis par la géologie et par la chimie géologique pour l'origine des divers dépôts métalliques ensevelis au milieu des couches terrestres. Si, pour le remplissage du plus grand nombre de fentes et pour les filons proprement dits, on invoque l'intervention directe de masses fondues (filons de l'île d'Elbe, du

Campigliese) ou d'opérations d'incrustation par l'arrivée successive des divers éléments constitutifs, on reconnaît aussi à certains amas ou à certaines couches métalliques une origine contemporaine des terrains encaissants, leur dissolution au sein d'un liquide commun, et leur précipitation simultanée, et conséquemment le mélange fréquent des principes qui ont donné naissance et aux épontes et aux matières exploitables. On peut citer à l'appui de cette doctrine les schistes cuprifères du Mansfeld, et les amas de fer hydraté, qui, amenés par des sources au milieu des terrains stratifiés, ont offert l'intercalation curieuse de produits étrangers à la décomposition normale des couches dans lesquelles ils ont été introduits. On est tellement familiarisé avec les minerais de fer, qu'ils soient en couches régulières ou en filons, ainsi qu'à leur double mode de formation par voie aqueuse ou par voie ignée, qu'on a glissé avec légèreté sur quelques particularités intéressantes que leur étude dévoile. Ainsi, dans le gisement de Veuzac (Aveyron), où le calcaire liasique et le fer hydroxydé empâtent également les dépouilles des corps marins, M. Dufrénoy déduisait de cette circonstance la contemporanéité des deux roches et leur concours simultané pour la fabrication de l'étage jurassique auquel elles appartiennent : or dans cette même localité citée à juste titre comme démonstration la plus claire et la moins contestable de cette idée théorique, nous avons découvert en 1848 des masses nombreuses de fer oligiste et de fer oxydulé magnétique à aspect métallique, engagées au milieu des fers hydratés, et empâtant, comme ces derniers, des fossiles ; d'où la conséquence, qu'on doit reconnaître à des fers oxydulés une origine franchement aqueuse. Ces découvertes inattendues et les recherches récentes de M. de Sénarmont pèsent d'un poids trop grand dans l'appréciation théorique des causes résolues jusqu'à présent dans un sens opposé à celui que nous exprimons ici, pour que nous ne nous entourions pas de l'autorité de tous les faits capables de jeter de la lumière sur les questions neuves qui surgissent et veulent qu'on les discute.

Depuis longtemps un amateur de minéralogie avait recueilli dans les carrières de Montboucon, ouvertes dans le calcaire à Entroques, à 4 kilom. à l'O de Besançon, des cristaux de sulfure de zinc, offrant la série des modifications qui sont propres à l'espèce. Ce sulfate est associé à des pyrites cristallisées suivant le système régulier, à du carbonate de chaux métastatique et à de la dolomie nacrée en rhomboèdres, à faces un peu courbes. Ces diverses substances cristallisées, qui se montrent aussi dans les filons métalliques proprement dits, constituent des géodes parfaitement fer-

mées au centre de polypiers transformés en calcaire saccharoïde, et ces polypiers sont eux-mêmes empâtés dans le calcaire à Entroques qui forme la masse entière de la carrière. Ici point de traces de métamorphisme, pas le moindre vestige de roches ignées à l'influence desquelles on soit tenté d'attribuer la présence du sulfure.

La blende existait donc en dissolution dans les eaux de la mer jurassique, et sa précipitation s'est effectuée dans les mêmes conditions que le sulfure de fer, le carbonate de chaux et la dolomie avec lesquels il est associé, c'est-à-dire par cristallisation aqueuse.

Or, ce que nous admettons pour la blende de Montbouçon, les cuivres panachés du Mansfeld et le fer oxydulé de Veuzac, nous l'admettons aussi pour la formation de l'antimoine oxydé d'Hamimat. L'évidence des faits et l'analogie nous font reconnaître que, dans le même temps que certaines fentes étaient remplies par des émanations de sulfure d'antimoine, des sources thermales qui provenaient d'un foyer commun amenaient à l'état d'oxyde le même métal, lequel se déposait sous forme d'amas disséminés dans les argiles et les calcaires néocomiens. Nous voyons aujourd'hui le fer oligiste, sublimé par les feux du Vésuve, tapisser les parois du cratère, et le même fer arriver à l'état d'hydroxyde, dissous dans les sources brûlantes qui s'échappent des alentours du volcan.

L'étude des solfatares et des lagoni, en Italie, avait depuis longtemps modifié mes idées sur ce qu'on appelle vaguement la théorie des filons. Pendant cinq années j'avais pu opposer les filons franchement éruptifs aux filons d'origine plus problématique. L'examen de la mine d'Hamimat, et des mines de plomb et de cuivre du Chigaga, dont il me reste encore à parler, n'avait fait que corroborer mon sentiment, que beaucoup de gîtes métallifères avaient dû être formés par voie humide. C'est cette opinion que je manifestai, à mon retour d'Afrique, à M. de Sénarmont, dont je ne connaissais pas le travail remarquable qu'il venait de publier sur la formation des minéraux par voie humide dans les gîtes métallifères concrétionnés. Notre conversation à ce sujet et la vue des nombreux produits, et surtout des sulfures métalliques, qu'il avait obtenus par la *voie humide*, auraient dissipé mes doutes, s'il en eût subsisté quelques uns dans mon esprit.

Si nous voulons résumer les directions dominantes dans la chaîne de l'Atlas, nous reconnaîtrons que la direction O. 16° S. — E. 16° N., qui affecte le système des Alpes principales est celle qui prédomine dans la province de Constantine, où nous voyons les poudingues tertiaires supérieurs de Kodiat-Ali soulevés et disloqués. C'est encore en suivant cette ligne que sont échelonnées les

sources thermales les plus remarquables. En effet, le Hamman de Bou-Sellâm, au S.-O. de Sétif, le Hamman des Beni-Keeha, entre Constantine et Sétif, le Hamman des environs de Constantine, le Hamman Meskoutin et le Hamman Berdâ, dans les alentours de Ghelmâ, sont subordonnés aux lignes de fractures qui ont été la suite de ce bouleversement général. Enfin, c'est à cette époque que la portion de l'Afrique, comprise entre la Méditerranée et le désert de Sahara, a pris son relief actuel que n'ont pas modifié d'une manière sensible les mouvements postérieurs auxquels sont dus l'émersion de la mollasse du cap de Garde et les grès modernes du golfe de Stora.

Les dislocations du terrain nummulitique, dont les rampes septentrionales du premier ressant de l'Atlas nous ont offert de nombreux exemples, s'orientent suivant la chaîne des Pyrénées. En effet, les directions S.-E.—N.-O., sont très bien indiquées dans le massif montagneux compris entre le cap de Fer et le Djebel-Edough, dans la chaîne de Fistilah, à Djebel-Aouara (cercle de Ghelmâ), et dans une foule de chaînons, situés entre Bône et la Calle, qui viennent se briser contre les chaînes plus importantes, dirigées parallèlement aux Alpes principales. Elles se reproduisent entre Djijelli et Collo, le long de l'Oued-Guebli, et dans le pâté montagneux occupé par les Kabyles, depuis l'Oued-el-Kebir jusqu'au cap Bourifa. Il est moins aisé de les reconnaître entre la première et la seconde zone de l'Atlas, à cause de la prédominance des directions O. 16° S.—E. 16° N. Cependant il en subsiste des traces évidentes dans les environs de Constantine, et surtout dans ce grand rideau montagneux qui, depuis le Djebel-Sidi-Rgheiss jusqu'au Djebel-Haumar, abrite la Sebka de Tarf et les plaines voisines contre les vents du N.-E.

Nous avons prouvé qu'il y avait discordance entre le terrain jurassique de Djebel-Taïa et les couches néocomiennes qui venaient buter contre sa base. Or, il existe dans le centre même de la chaîne jurassique que nous avons décrite, et dans les terrains primaires, une série de rides indépendantes des deux directions précédentes, et orientées suivant O. 40° S.—E. 40° N. La principale comprend d'abord le Djebel-Chestabah, qui domine les deux promontoires de Zouaour et de Karkara : interrompue par la chaîne de Djebel-Ouach prolongée vers le N.-O. qui obéit à la direction des Pyrénées, elle se reforme dans les montagnes de Bled et de Teffah, admet en face le rameau parallèle des Tourmiettes, s'incorpore le pitou jurassique de Djebel-Absouna, de Djebel-Sebargoud, de Djebel-Tangoust : interrompue de nouveau par la chaîne pyré-

néenne de Fistilah à la Seybouse, elle se refait dans l'Edough. Ainsi le soulèvement de la Côte-d'Or est très bien indiqué en Afrique, et par des directions nettement définies, et par l'indépendance du terrain jurassique qu'il a redressé.

Le système des Alpes occidentales (S. 26° O. — N. 26° E.) est bien indiqué par quelques directions de chaînes entre Bône et la Calle, mais il serait difficile de les classer aussi nettement que les directions précédentes. Je ne possède pas des documents suffisants pour établir cette distinction. Il en est de même pour des directions oscillant entre le N.-S., le N.-N.-O. et le S.-S.-E., et que j'ai notées. Les systèmes de la Corse, du Mont-Viso et du Ténare, se groupant entre ces degrés de la boussole, je n'ai pu faire la part de chacun ; le temps nécessaire pour une pareille opération m'a manqué : mais je ne doute pas que des recherches dirigées dans ce sens ne conduisent à des résultats intéressants, et qu'on ne parvienne, malgré des croisements et des effacements nombreux, à signaler dans le nord de l'Afrique le plus grand nombre des révolutions qui ont tourmenté à plusieurs reprises le continent européen qui lui est opposé.

A l'occasion de la communication de M. Desor sur les immenses dépôts ferriques siluriens de l'Amérique du Nord, et de celle de M. Coquand sur des dépôts ferriques de même nom dans les schistes cristallins de Bône, M. Bourjot signale les mêmes gisements de fer dans les schistes satinés siluriens exploités à la forge de Bourberouge, à 1 kilomètre de Mortain, dans les schistes placés sous la chaîne de quarzites qui court de Mortain à Domfront.

Séance du 19 *avril* 1852.

PRÉSIDENCE DE M. D'OMALIUS D'HALLOY.

M. Delesse, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le président proclame membres de la Société :

MM.

Desor (E.), membre de la Commission géologique de Pennsylvanie, à Cambridge, Massachussetts (États-Unis), présenté par MM. de Verneuil et Ed. Collomb ;

Robert W. Mylne, Membre de la Société géologique de Londres, 8, Regent-Street, à Londres, présenté par MM. Constant Prévost et Delesse.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Ed. Collomb, *Note sur la composition chimique de fragments de couleurs, recueillis sur les peintures arabes du XVe siècle de l'Alhambra, à Grenade* (Ext. des *Compt.-rend. des séanc. de l'Acad. des sc.*, t. XXXIV, 1852), par MM. J. Persoz et Ed. Collomb; in-4, 3 p. Paris, 1852, chez Bachelier.

De la part de M. Daubrée, *Carte géologique du département du Bas-Rhin* (Extr. de la *Nouvelle carte de France*); 6 feuilles grand-aigle. Paris, 1849, Imprimerie nationale.

De la part de M. Yvart, *Études sur la race mérinos à laine soyeuse de Mauchamp* (*Soc. nat. centrale d'agricult.*); in-8, 32 p. Paris, chez Ve Bouchard-Huzard.

— *Observations faites en Auvergne sur l'épizootie connue sous le nom de péripneumonie des bêtes bovines* (*Rapport au Min. de l'agric. et du comm.*); in-8, 76 p. 1851, chez Penaud frères.

De la part de M. J. Bosquet, *Description des Entomostracés fossiles des terrains tertiaires de la France et de la Belgique* (Extr. du t. XXIV des *Mém. couronn. et Mém. des sav. étrang. — Acad. roy. de Belg.*); in-4, 142 p., 6 pl., Bruxelles, 1852, chez Hayez.

De la part de M. le docteur Ferd. Rœmer, *Monographie der fossilen*, etc. (Monographie de Blastoïdées de la famille des Crinoïdes fossiles, et de l'espèce Pentatrématite en particulier); in-8, p. 223 à 398, 5 pl. Bonn, chez Carl Georgi.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences; 1er sem., 1852, n°s 14 et 15; in-4.

L'*Institut;* 1852, n°s 953 et 954; in-4.

Württ. Naturw. Jahreshefte (Cahiers annuels de la Société d'Histoire naturelle de Wurtemberg); 8e année, 1er cah. in-8

The American journal of science and arts, by Silliman; 2e sér., vol. XII, n° 37 et 38, janv. et mars 1852; in-8.

The Athenæum; 1852, nos 1276 et 1277; in-4.

Memorias de la real Academia de ciencias de Madrid; 3e sér., sciences naturelles, t. I, partie II; in-4.

— *Resumen de las actas de la Academia real de ciencias de Madrid*, année 1850-1851; in-8.

M. Hébert communique à la Société les résultats de la comparaison qu'il a faite, en septembre 1851, des couches tertiaires inférieures de l'Angleterre avec celles du bassin parisien. Il expose et développe les motifs qui lui font admettre la classification suivante.

Nota. L'auteur n'ayant pu fournir à temps, pour l'impression, ces développements, ils sont renvoyés à l'une des séances suivantes.

Comparaison des couches tertiaires inférieures de la France et de l'Angleterre.

HAMPSHIRE.	TAMISE (1).	BASSIN PARISIEN.
Couches marines à Venus incrassata, Sow., de Colwell-Bay (2).	. . . . . Manque.	Cette même couche constitue la base des *sables de Fontainebleau* dans le bassin parisien, le Limbourg et les environs de Mayence.
—	—	—
Formation d'eau douce de Hordwell.	. . . . . Manque.	*Formation d'eau douce de Montmartre.*
—	—	—
Série marine de Barton, comprenant :	. . . . .	*Sables de Beauchamp*, comprenant :
1o A la base de la série de Hordwell une couche où abonde le *Potamides concavus*, Sow. (*Cer. Pleurotomoides*, Lamk.). Cette couche est le no 17 de la coupe de madame la marquise de Hastings (3), et le no 51 de la coupe de M. Prestwich (4).	. . . . .	1o La zone fossilifère supérieure de Mortefontaine, Monneville, etc., caractérisée par une abondance extrême de *Cer. Pleurotomoides*, Lamk., et de ses variétés, les *C. concavum*, Desh., et *rusticum*, Desh.
2o Les sables blancs de Headon-Hill, no 30 de M. Prestwich.	. . . . .	2o Les sables sans fossiles de Monneville et du désert de Mortefontaine, etc.
3o Les argiles de Barton, no 29 de M. Prestwich.	. . . . .	3o La zone fossilifère inférieure de Monneville, à *Chama turgidula*, *Voluta digitalina*, etc.

(1) Les sables de Bagshot ne figurent point dans ce tableau, leur position dans la série tertiaire anglaise n'étant point encore fixée d'une manière incontestable.

(2) M. Hebert regarde cette couche marine comme plus récente que toutes celles de Headon-Hill.

(3) *Bull.*, 2e sér., t. IX, p. 202.

(4) *Quart. Journ., of the geol. Soc.*, 1846, p. 257.

HAMPSHIRE.	TAMISE.	BASSIN PARISIEN
Série argilo-sableuse sans fossiles, d'Alum-Bay, nos 28 à 7 de M. Prestwich.	*London clay* sans fossiles, d'Upnor et de Herne-Bay.	*Caillasses, Calcaire grossier supérieur. Calcaire grossier moyen, ou Calcaire à Miliolites.*
— —	— —	— —
Couches de Bracklesham, no 6? de M. Prestwich.	Manque à Upnor et à Herne-Bay.	*Calcaire grossier inférieur*, comprenant : 1° Les couches à *Cerith. giganteum*, à *Cardita planicosta*, *Nummulites lævigata*, etc.
Couches de Bognor, nos 5 et 4 de M. Prestwich.	Couche c de M. Prestwich, à *Upnor* et à *Herne-Bay*. (*Quarterly Journ.*, vol. VI, 1850, p. 265 et 265.)	2° Sables glauconieux de Chaumont, Valmondois, etc., à *Panopæa intermedia*, dents de Squales, etc.
Manque.	Couche d de M. Prestwich, à *Herne-Bay*, laquelle n'est que le développement de la couche c du même lieu.	3° Sables inférieurs de Chaumont, Valmondois, l'Isle-Adam, etc.; développement de la couche précédente.
—	—	—
Système argilo-sableux de Reading (1).	. . . . .	*Sables marins supérieurs du Soissonnais* (Cuise).
Argiles panachées du Hampshire.	*Plastic clay*, manque à Herne-Bay et à Upnor.	*Argile plastique de Meudon et Montereau.*
Système argileux de New-Haven.	. . . . .	*Sables argileux de Damerie.*
		Système argilo-sableux de Warangeville.
— —	— —	— —
Lit à *Ostrea bellovacina* de New-Haven et de Reading.	. . . . .	Lit à *Ostrea bellovacina du Soissonnais.*
— —	— —	— —
Argiles à *Cyrena cuneiformis* et *Cerithium variabile* de New-Haven.	Sables à *Cyrena cuneiformis* et *Cerithium variabile*, de Woolwich et Upnor.	*Sables et argiles à Cyrena cuneiformis* et *Cerithium variabile du Soissonnais.*
— —	— —	— —
Sables inférieurs de New-Haven.	*Sables inférieurs de Woolwich.*	*Sables marins inférieurs du Soissonnais* (Bracheux).
—	—	—
»	»	*Calcaire lacustre et sables blancs de Rilly.*

(1) Buckland, *Trans. geol. Soc. of Lond.*, 1re sér., vol. IV, p. 278.

Sir Ch. Lyell pense avec M. Hébert que les marnes superposées au gypse à ossements, à Montmartre, qui contiennent le *Cerithium plicatum* et la *Cyrena semistriata*, peuvent avoir été contemporaines de la partie supérieure de la formation d'eau douce de Jotland-Bay, dans l'île de Wight. En effet, il a trouvé

l'année passée, dans la Belgique ou dans le Limbourg aux environs de Kleyn Spaven, deux ou trois espèces de coquilles d'eau douce, ainsi que la *Venus incrassata ;* ces coquilles, qui étaient très abondantes, étaient spécifiquement identiques avec les fossiles qui caractérisent les couches citées par M. Hébert dans l'île de Wight.

Elles se trouvent près de Kleyn Spaven, dans l'étage moyen ou fluvio-marin, qui sépare le dépôt marin inférieur du dépôt marin supérieur (le Tongrien du Rupelien de M. Dumont).

M. Hébert avait déjà démontré, il y a quelques années, que la formation tertiaire du Limbourg est l'équivalent de la couche à *Ostrea cyathula* et du grès marin supérieur (grès de Fontainebleau). Pour cet étage il avait adopté, comme la plupart des géologues français et allemands, suivant la nomenclature de la carte géologique de France, le nom de miocène inférieur.

M. Lyell ayant considéré les faluns de la Touraine comme le type de l'époque miocène, et trouvant que les espèces de coquilles fossiles dans ces faluns diffèrent tout à fait de celles du grès de Fontainebleau, avait regardé ce dernier comme la partie supérieure du grand groupe éocène, dont le type général dans le Limbourg a beaucoup de rapports géologiques avec celui du calcaire grossier. Sans vouloir faire à cette occasion la critique de la nomenclature, il doit dire que, selon le langage ordinairement employé en France, on ne pourrait plus nier l'existence de la formation miocène dans l'île de Wight.

Sans doute un grand nombre de coquilles de Barton sont les mêmes que celles du grès de Beauchamp, mais à propos d'un autre point de comparaison, M. Lyell ne peut pas du tout admettre que les strates de Bracklesham soient inférieurs à l'argile de Londres proprement dite, comme M. Hébert le suppose. M. Prestwich les a bien placées au-dessus et non pas au-dessous de l'argile de Londres. M. Lyell a été convaincu de l'exactitude de cette opinion par la coupe qu'il a récemment étudiée à Cassel près Dunkerque, dans le département du Nord. Là, on voit plusieurs étages du calcaire grossier, dont le supérieur contient *Nummulites variolaris*, l'espèce qui est si abondante à Auvers, dans les sables moyens ou grès de Beauchamp. A un niveau inférieur se trouvent des couches qui sont riches en *Nummulites*

lævigata et *N. scabra*, avec *Cerithium giganteum*, *Turritella imbricataria*, *Venericardia planicostata* et autres coquilles, propres en France au calcaire grossier moyen et inférieur, et aux couches de Bracklesham en Angleterre, et dont la plupart sont communes aux sables de Blagshot, qui surmontent l'argile de Londres à l'ouest de Londres.

Au-dessous de toutes ces couches à Cassel, on voit une grande série des sables verts (glauconifères) et blancs avec des glaises intercalées, dans une partie desquelles, dans la Flandre française et dans la Belgique, fourmillent les *Nummulites planulata*, quoique M. Lyell n'en ait pas trouvé le gisement à Cassel même. Plus bas, à la station du chemin de fer, à la base de la montagne de Cassel, on a percé dans un puits artésien l'argile de Londres, c'est-à-dire une masse puissante d'argile d'une couleur brune et d'une composition très uniforme, tout à fait semblable à celle de l'argile de Londres, et contenant comme celle-ci des *Septaria*. L'épaisseur totale de cette masse n'était pas déterminée, mais on est descendu jusqu'à 400 pieds sans en trouver le fond; d'où l'on peut conclure que ce n'était pas l'argile plastique dont le développement n'est jamais très considérable.

M. Lyell, ayant vu l'année dernière les couches fluvio-marines de Woolwich et les sables marins de Herne-Bay, ne peut pas adopter l'opinion de M. Hébert sur la position relative de ces deux étages du système éocène inférieur. Les couches de Woolwich sont identiques avec celles des *Cyrena cuneiformis* et *Ostrea bellovacina*, que M. Lyell a vues entre Compiègne et Cuisse-la-Motte. Vers Herne-Bay et les Reculvers, la formation fluvio-marine s'amincit graduellement et finit par disparaître, et les sables marins, qui alors se montrent très développés dans les falaises, sont d'un âge antérieur, et correspondent aux sables inférieurs qui séparent la couche à *Cyrena cuneiformis* de la craie blanche à Woolwich. Telle est l'opinion déjà annoncée par M. Prestwich, et M. Lyell ayant visité ces lieux l'année dernière ne peut pas envisager les choses autrement.

M. Deshayes fait observer relativement à la communication de M. Hébert, que tous les fossiles des sables de Valmondois, de Beauchamp et d'Auvers, n'ont pas vécu à l'époque du dépôt

de ces sables. A Valmondois notamment, on trouve des Corbules qui sont encore remplies de calcaire grossier; par conséquent les fossiles du calcaire grossier ont été transportés dans ces sables.

M. Hébert ne conteste pas ce fait qu'il a lui-même observé; seulement les galets de calcaire grossier appartiennent au calcaire grossier supérieur, seule assise qui ait été dénudée par les eaux dans lesquelles se déposaient les sables de Beauchamp.

M. Raulin communique une *Description et une coupe géologique des collines qui bordent les rives droites de la Gironde, de la Garonne, du Tarn, de l'Aveyron et de la Leyre, de la pointe de la Coubre près de Royan, à Septfons près de Montauban.*

Cette coupe (dit l'auteur), faite suivant une ligne un peu sinueuse, est dirigée du N.-O. au S.-E.; elle est à peu près parallèle à la ligne de jonction de l'Aquitaine avec la presqu'île de Bretagne et le plateau central. Elle comprend un développement de 325 kilomètres, et a été construite à l'échelle de $\frac{1}{150000}$, à l'aide de la carte de Cassini et des altitudes publiées dans notre *Nivellement barométrique de l'Aquitaine*; elle a une longueur totale de $2^{m},20$. Pour pouvoir y représenter les diverses assises qui composent le sol, nous avons établi entre les longueurs et les hauteurs un rapport décuple.

Cette coupe montre la succession de toutes les assises tertiaires qui forment le sol de l'Aquitaine, à l'exception de celle du terrain pliocène, que nous ne croyons pas exister au N. de la Gironde, de la Garonne et du Tarn. En outre, elle présente, à l'extrémité N.-O., les dunes, les terrains crétacés supérieur (craie jaunâtre de Royan et craie blanche de Talmont) et médio-supérieur (craie à silex de Mortagne); à l'extrémité S.-E. se trouve l'étage supérieur du terrain jurassique.

Un coup d'œil d'ensemble fait voir que le sol représenté va, ainsi que les assises qui le constituent, en s'élevant du N.-O. au S.-E., c'est-à-dire de la mer vers l'intérieur. Mais lorsque l'on vient à examiner plus attentivement, on aperçoit des ondulations assez prononcées. Dans la partie N.-O., il y a un bombement des couches dont le centre paraît être à Mortagne, et qui embrasse toute la partie située entre la pointe de la Coubre et le confluent de la Dordogne au Bec-d'Ambez. Ce bombement se traduit même

à l'extérieur par une surélévation du sol dont le point culminant est à Saint-Thomas-de-Conac. Aux 2/5 de la longueur de la coupe, et faisant suite au bombement, existe une dépression des couches, dont le centre est à Sainte-Croix-du-Mont, près de Cadillac, et qui s'étend depuis Bordeaux jusqu'à Sainte-Bazeille. Cette dépression n'est traduite à l'extérieur par aucun accident particulier du sol. De Sainte-Bazeille à Caussade, sur plus de la moitié de la longueur de la coupe, les couches tertiaires vont en s'élevant doucement et d'une manière régulière.

Considéré en grand au point de vue géologique, on voit le bombement, qui est au voisinage de la côte, amener au jour le terrain crétacé. Sur sa pente N.-O., très courte, se trouve un petit lambeau tertiaire (*sables de Royan*) masqué de suite par les dunes. La pente S.-E., très longue, fait partie du fond du grand golfe tertiaire de l'Aquitaine. A l'extrémité S.-E. de celui-ci, le fond, lorsqu'il redevient visible, n'est plus constitué que par le terrain jurassique.

Dans ce grand golfe situé entre Mortagne et Caussade, le *terrain éocène* commence à Saint-Thomas-de-Conac, et vient, sous forme de dépôts marins, s'abaisser graduellement et se perdre sous la Garonne avant Cadillac. Il est formé de haut en bas par le *calcaire grossier du Médoc*, le *calcaire d'eau douce de Blaye*, et les *sables de la Saintonge*, la *mollasse du Fronsadais* et le *calcaire grossier de Bourg*.

Le *terrain miocène inférieur* commence à Saint-André-de-Cubzac, s'abaisse jusqu'à Sainte-Croix-du-Mont, et ensuite se relève rapidement jusqu'à Marmande ; il est formé par le *calcaire grossier de Saint-Macaire*, le *falun de Léognan* et le *calcaire d'eau douce gris de l'Agenais*. Puis exclusivement constitué par des formations d'eau douce, la *mollasse moyenne de l'Agenais* et le *calcaire d'eau douce gris de l'Agenais*, il se relève très doucement jusqu'au delà de Valence d'Agen.

A partir de la Réole reparaît le *terrain éocène* exclusivement d'eau douce, formé par la *mollasse du Fronsadais* et le *calcaire d'eau douce blanc du Périgord;* il se relève d'abord rapidement jusqu'à Marmande, puis très doucement jusqu'à Caussade.

Le *terrain miocène supérieur* achève de remplir le centre de la dépression entre Rions et la Réole ; il reparaît un instant près du confluent du Lot, au-dessus d'Aiguillon. Il est formé par le *falun de Bazas* et le *calcaire d'eau douce jaune de l'Armagnac*.

Quant au *terrain pliocène*, nous avons déjà dit que nous n'en connaissions aucune trace au N. des vallées de la Garonne et du

Tarn. Au S., il est constitué par le sable des Landes auquel nous rattachons maintenant, comme assise inférieure, le falun de Salles dans la Gironde, les grès calcaires de Mont-de-Marsan et de Tartas dans les Landes, et les sables à huîtres de Manciet et d'Eause dans le Gers

Notre coupe forme le complément indispensable d'une esquisse de carte géologique de l'Aquitaine, que nous avons adressée à M. Dufrénoy à la fin de 1848, pour lui montrer l'extension que nous donnions au terrain éocène dans la partie orientale. En présence de cette carte, de la coupe et des faits que nous avons exposés, et dont tous les géologues pourront vérifier l'exactitude, et des considérations sur les environs de Moissac, nous ne pensons pas qu'il soit possible d'attribuer au terrain miocène, comme le fait M. Dufrénoy, les dépôts tertiaires qui se trouvent à l'E. du méridien de Marmande, et au N. de la Garonne et du Tarn, et, comme le veut M. Leymerie, les couches qui à Moissac sont peu au-dessus de cette dernière rivière. Il nous semble évident qu'on ne peut rapporter qu'au *terrain éocène*, ainsi que nous l'avions déjà énoncé sommairement en 1848, les mollasses qui y renferment l'*Anthracotherium magnum*.

M. Meyer fait remarquer à M. Raulin que les faluns de Saucats et de Léognan sont, par l'ensemble de leurs fossiles, très distincts du terrain miocène inférieur (étage falunien A de d'Orbigny) auquel il les rapporte. Quoique séparés des couches marines supérieures de Mérignac, Bazas, etc., par le calcaire d'eau douce, ils leur sont intimement liés et assimilés par une faune commune.

Même le falun de Salles que M. Delbos tend à placer dans l'étage pliocène, ne peut être séparé des couches de Saucats et de Léognan comme étage distinct. Lui aussi renferme les fossiles miocènes, les plus caractéristiques, et le nombre des analogues à des espèces pliocènes ou vivantes n'atteint point un chiffre aussi élevé que dans les faluns de la Touraine, près Vanne, ou dans la mollasse marine suisse.

En résumé, il pense qu'il faudra laisser tous les faluns du bassin de la Gironde, à partir de la mollasse ossifère, dans l'étage miocène supérieur ou falunien B.

M. Raulin répondant à M. Meyer dit qu'en rapportant le sable des Landes au terrain pliocène, il a adopté l'opinion de

presque tous les géologues. Quant au falun de Salles en particulier, et à plusieurs dépôts du bassin de l'Adour qui renferment les mêmes fossiles, il croit qu'ils ne dépendent pas du terrain miocène supérieur, qui est constitué dans l'Aquitaine par les faluns de Bazas et de Mérignac dont les fossiles sont exactement ceux des faluns de la Touraine. C'est surtout 1° parce que le terrain miocène supérieur marin est surmonté dans une partie du bassin du S.-O. de la France par le calcaire d'eau douce de Bazas et de l'Armagnac qui, pour lui, annonce la fin de cette période, tout aussi bien que les calcaires d'eau douce blancs, du Périgord, et gris, de l'Agenais, établissent celles des périodes éocène et miocène inférieures; 2° et parce que le falun de Salles, dont les espèces sont en grande partie différentes de celles des faluns miocènes placés au-dessous, renferme une portion plus grande que ces derniers d'espèces identiques avec celles des collines subapennines.

Séance du 3 mai 1852.

PRÉSIDENCE DE M. D'OMALIUS D'HALLOY.

M. Delesse, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des Savants;* avril 1852; in-4.

De la part de M. Blanchet, *La maladie de la vigne dans le canton de Vaud, en* 1851 (ext. du *Bull. de la Soc. vaud. des sc. natur.*); in-8, 8 p. Lausanne, 1852, chez Blanchard aîné.

De la part de M. Boutiot, *Réponse aux objections soulevées à propos des études sur le forage projeté d'un puits artésien à Troyes* (lue en la séance de la *Soc. acad. de l'Aube*, le 2 avril 1852); in-8, 39 p., 1 pl. Troyes, 1852, chez Bouquot.

De la part de MM. Pictet et W. Roux, *Description des Mollusques fossiles qui se trouvent dans les grès verts des environs*

de Genève. — 3e liv. — *Acéphales orthoconques;* in-4, p. 289 à 388, pl. 28 à 40. Genève et Paris, 1852, chez Cherbuliez et J.-B. Baillière.

De la part de M. le docteur Jules Teissier, *Des eaux de Nîmes et de l'aqueduc romain du Gard;* t. III, 2e part.; in-8, p. 397 à 1167. Nîmes, 1851-52, chez Ballivet et Fabre.

De la part de M. Delcros, *Neuf tables auxiliaires pour le calcul des différences de niveau données par les hauteurs barométriques;* in-8, 26 p. Neuchâtel, 1846, chez H. Wolfrath.

— *Instructions sur le baromètre* (ext. de l'*Annuaire météorol. de la France*, année 1848); in-8, p. 139 à 170, 1 pl.

— *Six tables pour faciliter le calcul des surfaces sur l'ellipsoïde terrestre* (ext. de l'*Annuaire météorol. de la France*, année 1850); in-8, p. 65 à 78. Versailles, chez Beau jeune.

— *Notice sur les altitudes du Mont-Blanc et du Mont-Rose* (ext. de l'*Annuaire météorol. de la France*, année 1851); in-8, p. 265 à 297. Versailles, chez Beau jeune.

De la part de M. E. Cornalia, *Cenni*, etc. (Esquisses géologiques sur l'Istrie), (extr. du *Giorn. dell' I. R. Istitut. Lomb. di sc., lett. ed arti*, t. III, nouv. sér.), par MM. E. Cornalia et L. Chiozza; in-4, 38 p. 3 pl. Milan, 1852, chez Bernardoni.

De la part de M. Carter, *A geographical description*, etc. (Description géographique de certaines parties de la côte sud-est de l'Arabie, avec un court essai sur la géographie comparée de la totalité de cette côte), extr. du *Journ. of the Bombay branch of the Roy. Asiat. Soc.* Janv. 1851); in-8, 94 p. Bombay, 1851, chez T. Graham.

De la part MM. Isaac et Henry C. Lea, *Description of a new genus*, etc. (Description d'un nouveau genre de la famille des Mélanies, et de plusieurs nouvelles espèces du genre Mélanie, par MM. Isaac et Henry C. Lea; et Description de cinq nouvelles espèces d'Anodontes, par M. J. Lea), (extr. des *Proceed. of the zool. soc. of Lond.*, no CCXIII); in-8, p. 179 à 199. London, 1851, chez Richard Taylor.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences; 1852, 1er sem., t. XXXIV, nos 16 et 17; in-4.

L'*Institut*; 1852, nos 955 et 956; in-4.

Travaux de l'Académie de Reims; année 1851-52, n° 1, 4e trim. 1851; in-8.

Denkschriften, etc. (Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Vienne. Classe des sciences mathématiques et naturelles); IIIe vol., 1re livr.; in-4. Vienne, 1851.

— *Sitzungsberichte*, etc. (Bulletins des séances de l'Académie impériale des sciences de Vienne. Classe des sciences mathématiques et naturelles); année 1851, vol. VII, cah. 3, n° 8, cah. 4 et 5, nos 9 et 10; in-8. Vienne, 1851.

The Athenæum; 1852, nos 1278 et 1279; in-4.

Journal of the Bombay, etc. (Journal de la Société royale asiatique, section de Bombay; n° XIV, vol. VI, janv. 1851; in-8.

M. Deshayes communique la note suivante qui lui a été adressée par M. Terquem, et qui est relative au genre *Ceromya*.

Note sur le genre Ceromya, par M. Terquem.

M. Buvignier a publié une note sur le genre *Ceromya*, Ag. (*Gresslya*, Ag.) dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, 16 décembre 1850; en fixant d'une manière invariable les caractères de ces coquilles, il a été conduit à admettre l'opinion de M. Deshayes, qui a réuni les deux genres *Ceromya* et *Gresslya* en un seul. Jusqu'alors l'étude de ces fossiles n'avait pas trouvé de base certaine, et ne s'était appuyée que sur des appréciations tirées de l'examen des noyaux, le test de ces coquilles étant d'une extrême rareté ou jamais suffisamment conservé pour se prêter à une description complète. M. Buvignier a donné la valeur et l'origine des sillons qui permettent de distinguer les moules de *Ceromya* de tout autre fossile; mais en s'attachant uniquement à la description des parties inférieures de la coquille, il a (ce nous semble) été trop concis et a un peu négligé les autres caractères, qui ont une valeur non moins importante, et qui présentent des détails de constitution qui appartiennent à toute la famille.

M. Buvignier tend à prouver qu'il n'existe pas « de caractères » suffisants pour faire considérer les coquilles de ce genre comme » équivalves; mais ils peuvent faire révoquer en doute le carac- » tère opposé, qui leur a été attribué jusqu'à ce jour. »

Dans la seconde note, concernant ces mêmes fossiles, et insérée dans le *Bulletin de la Société géologique* du 5 mai 1851, M. Buvi-

gnier ajoute quelques données sur la disposition et le jeu des nervures et cannelures internes. Nous allons reprendre les différentes parties de la description de M. Buvignier (voyez *Bulletin*, 16 décembre 1850), et nous ajouterons à chacune de ces parties les développements fournis par l'examen de ces coquilles.

« 1° *Coquille ovale ou cordiforme, très inéquilatérale (inéqui-* » *valve, la valve droite un peu plus grande que la gauche?)* »

Le doute que M. Buvignier émet, et qu'il répète à la fin de sa notice, est résolu par l'inspection des moules, appuyée sur l'étude des deux valves réunies.

La prééminence du crochet droit sur le gauche, et l'élévation du bord droit sur le gauche à sa partie postérieure, qui se remarquent si bien sur les moules, ne sont pas dues à un glissement de valve ni à un dérangement dans la masse pétrifiante; les valves sont inégales : 1° aux crochets, parce que la valve droite possède un prolongement qui couvre le ligament : de la sorte, celui-ci ne peut être vu au dehors que lorsqu'on a brisé en partie le tiers du bord cardinal de la valve droite; 2° les valves sont inégales à la partie postérieure, parce que la valve droite est usée en biseau *en dedans*, et recouvre la valve gauche, qui est usée en biseau, *en dessus*.

Nous avons trouvé dans un espace très circonscrit des environs de Longwy presque tous les genres étudiés ou créés par Agassiz; nous possédons dans un état de parfaite conservation, et pétrifiés par du spath corné rougeâtre, les genres *Pholadomya*, *Arcomya*, *Homomya*, *Pleuromya*, *Myopsis*, *Goniomya*, *Gresslya* et *Mactromia*; les cinq derniers seulement possèdent d'une manière constante le recouvrement de la valve droite sur la valve gauche à la partie postérieure. Cette disposition se remarque également dans les Panopées des terrains tertiaires, dans lesquelles on range aujourd'hui les *Myopsis* et les *Pleuromya* d'Agassiz; il conviendrait peut-être d'y adjoindre les *Goniomya*, qui présentent le même caractère, bien que la charnière n'ait pas encore été complétement étudiée.

» 2° *Crochets plus ou moins grands, rapprochés, opposés.* »

Déprimés et roulés en dedans et un peu en avant, où leur extrémité est toujours visible.

« 3° *Test très minime.* »

Le test est généralement mince, fragile, éclatant en écailles, à moins qu'il ne soit en spath corné, circonstance qui lui donne de l'épaisseur et assez de résistance. Il se compose, comme dans toutes les coquilles en général, de trois parties distinctes : l'une externe, épidermique, très caduque, se reconnaît à ses ornements, qui

sont des stries rayonnantes, noduleuses, fines, régulières, très serrées et non interrompues; elles portent des crochets et atteignent le bord inférieur, toutefois en augmentant de nombre sur les flancs et près de la région inférieure. Nous les avons reconnues identiques sur les *Pleuromya* et les *Myopsis* de l'oolite et du lias, ainsi que sur une Panopée de Dax (1).

La partie moyenne du test, quand elle n'est pas en spath corné, est translucide, ornée de gros plis concentriques, qui simulent des côtes; ils sont plus ou moins réguliers, espacés et accompagnés de plis plus petits; en toute circonstance, quelle que soit l'épaisseur du test, les ornements extérieurs se reproduisent à l'intérieur dans tous leurs détails, et font impression sur les noyaux.

La partie interne de la coquille est extrêmement mince et brillante; elle est persistante, reste attachée à la masse pétrifiante lors même que le reste du test est détruit.

« 4° *Impressions musculaires peu saillantes, la postérieure arron-* » *die; impression palléale largement sinueuse du côté postérieur.* »

Impressions musculaires peu saillantes, l'antérieure obovale, touchant presque le bord de la valve; la postérieure arrondie, placée sur le flanc supéro-postérieur, généralement plus prononcée et d'un tiers plus petite, et moins près du bord que l'antérieure; parfois elle est bordée supérieurement par une mince arête, saillante, semi-lunaire.

Impression du sinus palléal linéaire (2).

« 5° *Une côte sinueuse remontant obliquement de l'intérieur sur* » *le bord cardinal de la valve droite.* »

Au-dessus du crochet, le bord de la valve droite devient tranchant, et recouvre le bord cardinal de la valve gauche dans toute sa longueur (voyez ci-dessus).

« 6° *Charnière simple et sans dents, formée sur la valve gauche* » *par une expansion du bord cardinal, qui se prolonge au delà du* » *plan des bords de la valve; elle est entaillée en arrière des cro-* » *chets, et les bords de l'entaille sont relevés de manière qu'ils figu-* » *rent presque deux dents divergentes. Cette expansion s'insère dans*

---

(1) Le *Ceromya striato-punctata* (*Lutraria striato-punctata*, Mü., in Goldf., pl. 152, fig. 11) nous paraît mal dénommé, puisque tous les *Ceromya* possèdent le même caractère et sont striés de même.

(2) Les impressions musculaires et palléales deviennent visibles sur presque tous les noyaux, si on a la précaution de tenir les fossiles à plat, les crochets tournés devant soi.

» *l'intérieur de la valve droite, qui en porte une autre très petite, et* » *à la partie antérieure seulement.* »

Charnière simple et sans dents; sous les crochets une entaille qui limite la face antérieure et la région cardinale; valve gauche munie d'un prolongement cannelé en forme de gouttière, qui occupe le tiers du bord cardinal, et s'atténue au delà en une aire cardinale; valve droite, douée d'une arête interne simple, qui part du sommet du crochet, et prend une direction un peu oblique vers le flanc; elle occupe les deux tiers environ du bord cardinal.

« 7° *Ligament étroit, allongé, fixé à la valve gauche dans une* » *fente extérieure, située à la base de l'expansion dentiforme pos-* » *térieure, et à la valve droite sur le bord cardinal lui-même, qui est* » *légèrement cannelé.* »

Ligament extérieur, allongé, fixé à la valve gauche *dans la cannelure* de l'arête, et à la valve droite *au-dessus* de son arête, puis recouverte par l'expansion du bord cardinal de la valve droite. (Voyez ci-dessus.)

Bâillement antérieur insensible, bâillement postérieur linéaire s'étendant sur toute la région; le recouvrement du bord cardinal de la valve gauche par celui de la valve droite et le manque de bâillement antérieur tendent à démontrer que l'ouverture des valves se produisait plus fort sur la partie ventrale que postérieurement.

Les *Ceromya*, réunis en grand nombre, habitaient sur les rivages les bords vaseux, calcaires ou arénacés; très rares dans le lias inférieur et moyen, où les mers étaient très profondes, ils se trouvent en grande quantité dans le lias supérieur et dans tous les étages du système oolitique. La plus ou moins bonne conservation de ces coquilles n'est pas dépendante du milieu dans lequel elles vivaient, mais de la perméabilité de la roche qui les recèle et des courants d'eau acidulée auxquels elles ont été soumises. On les trouve réunies aux Panopées (*Pleuromya*) et aux Pholadomyes (*Pholadomya*, *Homomya*); toutes ces coquilles sont privées de leur test, et ce n'est qu'exceptionnellement qu'elles en présentent quelques traces. La constitution du test et sa ténuité se prêtaient à une facile décomposition, n'ayant pas cette substance organique préservatrice que possèdent d'autres genres qui les accompagnent, et qui se trouvent toujours intactes, telles que les Huîtres, les Térébratules, etc. Les Céromyes et autres fossiles recueillis dans les environs de Longwy doivent leur parfaite conservation à une cause exceptionnelle qui nous est restée inconnue; tous les fossiles

qui en proviennent sont revêtus d'une substance grasse qui les empêche de prendre la colle, et l'on est obligé d'entamer leur surface pour pouvoir les fixer.

On ne saurait rien ajouter aux observations de M. Buvignier sur les *Lyonsia*, genre établi par M. d'Orbigny, et dans lequel sont compris les *Gresslya* seulement. La première partie de la description (1) que ce paléontologiste applique aux *Gresslya* s'y rapporte exactement; la seconde partie ne trouve aucune justification dans ce que les fossiles ont pu fournir.

M. Delesse donne communication de la lettre suivante qui lui est adressée par M. Ville, et qui est relative à la géologie et à la minéralogie de la partie occidentale de la province d'Oran.

Notice géologique et minéralogique sur la partie occidentale de la province d'Oran, par M. L. Ville.

La partie occidentale de la province d'Oran, comprise entre la frontière du Maroc et le méridien d'Oran, renferme des terrains d'origine sédimentaire et des terrains d'origine ignée. Ceux-ci sont en général très peu développés, et ne forment en quelque sorte que des îles très circonscrites au milieu des autres terrains qu'ils ont soulevés; aussi je n'en parlerai qu'en dernier lieu.

Les terrains d'origine sédimentaire sont les suivants :

1° Le terrain crétacé inférieur; 2° le terrain tertiaire moyen; 3° le terrain tertiaire supérieur; 4° le terrain quaternaire ou diluvien; 5° le terrain alluvien.

Terrain crétacé inférieur.—Le terrain crétacé inférieur constitue deux massifs principaux au S. et au N. de la province. Au S., il forme une bande de 36 à 40 kilomètres de largeur moyenne, qui, venant du Maroc, se dirige de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-E. au S. de Tlemcen, de Sidi-bel-Abbès et de Mascara. Cette bande est essentiellement métallifère; elle renferme des gîtes de plomb, de cuivre et de plâtre chez les Beni-Senous. Elle détermine au S. de Tlemcen un plateau ondulé dont la cote maximum est de 1,548 mètres (Hadjeret el Djebel). Elle est couverte de forêts de chêne liége, de chêne vert, et elle est sillonnée par des rivières importantes

(1) Voyez *Paléontologie française; terrains crétacés*, t. III, p. 383 et 384.

qui roulent de l'eau d'excellente qualité, et dont le cours, souvent encaissé de 150 à 200 mètres, paraît dû à d'anciennes fractures. Ce terrain se compose principalement de couches de calcaire gris compacte, et de dolomies grises cristallines, dont les tranches, coupées à pic, ont donné lieu, du côté de Tlemcen et de Sebdou, c'est-à-dire sur les deux revers de la chaîne, à des escarpements remarquables qui frappent de loin la vue des observateurs Ces calcaires renferment, intercalés, des bancs de grès quartzeux d'un blanc rougeâtre, excellents comme pierre de construction. On y trouve aussi quelques assises d'argiles grises schisteuses, mais ces assises sont très peu développées. Elles se montrent en général au-dessous des calcaires qui deviennent schisteux à leur approche, et qui présentent souvent alors de nombreux fossiles qu'on peut détacher avec facilité. Hadjar-Roum, situé à 24 kilomètres de Tlemcen, au pied du revers N. de la chaîne, est le gîte le plus remarquable des fossiles. On y trouve en grande abondance des Térébratules, des Huîtres, des Ammonites et quelques Sphérulites qui ont servi à caractériser l'âge de ce terrain. L'existence de plusieurs de ces fossiles à Tlemcen, à Sebdou et chez les Beni-Senous, et surtout la continuité des couches, ont indiqué qu'une formation unique constituait le pâté montagneux dont on s'occupe.

Le massif septentrional de terrain crétacé inférieur est compris entre la frontière de l'empire du Maroc dans lequel il se prolonge à l'O., le rivage de la mer au N., et la rive gauche de la Tafna au S. et à l'E. Il constitue le pâté de montagnes des Traras, dont le point culminant (Djebel-Filhausen) s'élève à la cote de 1,152 mètres. Ce massif est beaucoup plus accidenté que le massif méridional. Les rivières y rayonnent autour de plusieurs centres de soulèvement. Leur cours y est en général très rapide, très peu développé, et ne renferme d'eau le plus souvent qu'en hiver. Les Traras renferment des gîtes nombreux de minerai de fer d'excellente qualité, qui étaient traités anciennement par les Arabes dans de petites forges à la catalane. On y trouve aussi une mine de plomb et une mine de cuivre anciennement exploitées. Les flancs des vallées sont entaillés dans des argiles schisteuses grises, et les sommets des pics isolés, qui sont si communs dans les Traras, sont généralement couverts d'un chapeau de calcaire gris compacte, identique avec celui qui constitue le massif crétacé du S. Les fossiles sont rares dans les Traras. J'ai trouvé cependant des Bélemnites et des Baculites caractérisant le terrain crétacé inférieur.

A l'est de la Tafna, le terrain crétacé inférieur ne forme que des

îlots circonscrits, tels que le Djebel-Skhouna et le Djebel-Aouaria, qui renferment chacun un gîte de minerai de fer, le Djebel-Sidi-Kassem-Boudeïa, le Djebel-Dar-Menjel, le Djebel-Touila, sur la rive gauche du Rio-Salado, le Djebel-Santo et le Djebel-Merdjadjo, aux environs d'Oran, le massif compris entre la montagne des Lions et Arzeu, et qui renferme des gîtes de plâtre, de charbon, de fer, de cuivre et de mercure. On ne trouve de fossiles sur aucun de ces îlots. C'est leur saillie en dehors des assises régulières des terrains tertiaires et la ressemblance de leurs roches avec celles du terrain crétacé inférieur bien caractérisé qui permettent d'assigner avec assez de certitude l'âge géologique des îlots dont il est question.

Terrain tertiaire moyen. — Le terrain tertiaire moyen s'étend entre les deux massifs principaux de terrain crétacé inférieur, depuis la rive droite de la Tafna, à l'O., jusqu'au delà de l'Isser, à l'E. Le massif méridional de terrain crétacé inférieur lui constitue une limite bien accentuée, facile à reconnaître. Le pied du revers N. de ce massif servait de rivage à la mer dans laquelle se déposaient les couches du terrain tertiaire moyen. En beaucoup de points des environs de Tlemcen, on reconnaît les limites de cet ancien rivage, aux nombreux trous de pholades, qui criblent les calcaires et les dolomies du terrain crétacé inférieur. La présence de ces trous de pholades sert à prouver que les cours d'eau qui passent aujourd'hui du massif méridional de terrain crétacé dans la vaste plaine de terrain tertiaire moyen avaient la partie supérieure de leur cours déjà tracée dans le terrain crétacé au moment du dépôt des couches tertiaires. Il y a un dépôt de lignite peu important dans la plaine de Terni qui forme un îlot de terrain tertiaire moyen isolé à la cote de 1,168 mètres au milieu du terrain crétacé inférieur, à 10 kil. S.-O. de Tlemcen. Il y a un dépôt assez important de lignite auprès d'Hadjar-Roum, dans le terrain tertiaire moyen. Ces deux dépôts sont caractérisés par la présence de coquilles d'eau douce. Ils se trouvent sur la zone de contact du terrain tertiaire moyen et du terrain crétacé inférieur, au débouché des anciennes rivières qui tombaient du terrain crétacé inférieur dans un golfe de la mer tertiaire moyenne. La présence de ces deux bassins carbonifères indique la possibilité d'en trouver d'autres dans une position analogue sur la zone de contact du terrain tertiaire moyen et du terrain crétacé inférieur. — A l'O., sur les bords de la Tafna, le terrain tertiaire moyen se cache sous le terrain quaternaire; — à l'E., il se prolonge au-delà de l'Isser, dans la subdivision de de Sidi-bel-Abbès, où je ne l'ai pas encore examiné. — Au N., il

s'arrête entre le massif basaltique des environs d'Aïn-Temouchen, et se perd ensuite sous les terrains quaternaire et tertiaire supérieur qui constituent le sol de la plaine d'Oran.

Le terrain tertiaire moyen est caractérisé partout par la présence des *Ostrea elongata*. Il se compose essentiellement d'argiles grises plastiques, dans la vaste plaine qui est comprise entre la Tafna et l'Isser, et dont le centre est à peu près à la cote de 300 mètres. Ces argiles contiennent intercalés quelques bancs de grès quartzeux friables, du côté de Tlemcen. Ces grès deviennent plus abondants vers le nord. Ils constituent la crête du Djedel-el-Cott, qui sépare les eaux de l'Isser au S. des eaux de la Tafna et de l'Oued-Razer au N. Les couches sont pliées de part et d'autre de la crête de cette chaîne et plongent au N.-O. sur le revers N., et au S.-E. sur le revers S., de telle sorte que, par suite de l'inflexion des couches tertiaires moyennes, la plaine comprise entre les cours de la Tafna et de l'Isser, en amont de leur confluent, présente la forme d'un vaste bassin elliptique, dont le thalweg serait placé au pied du revers S. du Djebel-el-Cott. Une coupure faite à travers la chaîne du Djebel-el-Cott donne un écoulement aux eaux de la Tafna et de l'Isser, après leur confluent.

Terrain tertiaire supérieur. — Le terrain tertiaire supérieur est très développé dans la subdivision d'Oran, où il constitue le fond de la vaste cuvette du sebkha d'Oran. Il se compose essentiellement de couches de calcaire marin, qui fournit à Oran d'excellentes pierres de construction. A l'O. il s'arrête contre le massif basaltique d'Aïn-Temouchen et le terrain tertiaire moyen; il se prolonge à l'E. au delà de Mostaganem.

Terrain quaternaire. — Le terrain quaternaire est très développé dans la province d'Oran, où il recouvre indifféremment les terrains de tous les âges, mais principalement les plaines dues aux terrains tertiaires. Au sud de Sebdou il constitue le sol des hauts plateaux; il forme dans les bassins de Sebdou et de Tefesra des îlots isolés au milieu du terrain crétacé inférieur. Autour de Tlemcen, il forme plusieurs îlots qui sont remarquables en ce qu'ils renferment des assises d'argile bitumineuse noire, qu'on peut prendre au premier abord pour du combustible. A l'O. il forme une nappe continue, depuis la rive gauche de la Tafna jusqu'au Maroc, dans lequel il se prolonge en recouvrant le terrain tertiaire moyen. A l'E. il forme les plateaux qui s'étendent sur les deux rives de l'Isser, en recouvrant le terrain tertiaire moyen carbonifère, et il se prolonge au delà de la rive droite de l'Isser, jusque dans la subdivision de Sidi-bel-Abbès. Au N. il forme un îlot recouvrant le b[illegible] et le

terrain crétacé, auprès de Djemma-Gazaouat; il y renferme des galets de granite venant du terrain granitique des environs de Nedroma : il prend ensuite un grand développement dans la subdivision d'Oran, où il recouvre le sol de la plaine du Figuier (Sebkha d'Oran) de la forêt de Muley-Ismaël. On le retrouve en beaucoup de points du littoral de la province d'Oran. Ce terrain commence d'ordinaire à la partie inférieure par un poudingue formé généralement de débris du terrain crétacé, mais quelquefois aussi de débris des terrains tertiaires. Au-dessus viennent des couches de calcaire, d'argile et de travertin. On remarque toujours dans ce dernier une prodigieuse quantité de débris végétaux dicotylédonés. — Les couches supérieures de calcaire et de travertin sont caractérisées partout par des coquilles terrestres (Hélix, Bulimes, Cyclostomes), et des coquilles fluviatiles (Mélanopsides). Toutes ces coquilles sont identiques avec celles qui vivent de nos jours. Elles indiquent que le phénomène auquel le terrain quaternaire doit son origine est principalement dû à un transport effectué dans les eaux douces. Ce phénomène a commencé par une période de violence qui a donné lieu au poudingue. Celui-ci est très développé dans la forêt de Muley-Ismaël, à 32 kilom. S.-E. d'Oran, où il présente une épaisseur de 34 mètres.

A la période de violence a succédé une période relativement plus calme pendant laquelle se sont déposés des calcaires, des argiles et des travertins. Ces travertins paraissent toujours en rapport avec d'anciennes sources, le plus souvent éteintes; mais qui, parfois, existent encore aujourd'hui. La partie supérieure du terrain quaternaire est généralement formée par des terres argilo-calcaires rouges, ou par du calcaire terreux blanchâtre. Les terres rouges sont employées avec avantage dans la fabrication des mortiers hydrauliques. Elles passent souvent, par une augmentation graduelle, de l'élément calcaire à l'état de calcaire blanc terreux. Celui-ci forme très souvent une croûte de $0^m,10$ à $0^m,20$ d'épaisseur, parfois de 1 à 2^m de puissance à la surface du sol. A la partie la plus extérieure il est très dur et présente des zones de diverses nuances de jaune et de rouge, de 1 à 2 millimètres d'épaisseur chacune. Dans ce cas il est légèrement hydraulique et peut être employé comme tel dans les constructions locales. Dans les hauts plateaux, le calcaire terreux blanc jaunâtre constitue le sol extérieur. Le haut plateau d'El-Gor présente plusieurs dépressions entourées par des terrasses horizontales de 3 à 4 mètres de hauteur, au-dessus du fond de ces dépressions. Ces terrasses sont coupées par des talus inclinés à 25°, qui présentent à leur partie supérieure la carapace

calcaire blanche sur 1 mètre d'épaisseur. Au-dessous, cette carapace se transforme en une terre jaunâtre argilo-calcaire. Les puits qui sont creusés dans ces dépressions (Dayat-el-Ferg) présentent, à la profondeur de 3 à 4 mètres, une argile verdâtre, renfermant beaucoup de cristaux de gypse, qui tantôt ont de très petites dimensions, tantôt sont groupés de manière à former de larges plaques de $0^m,15$ de diamètre. Les eaux de ces puits sont très chargées de sulfates de chaux et de magnésie, et sont connues pour leurs propriétés laxatives.

Les hauts plateaux sont bornés au N. par la chaîne de terrain crétacé comprise entre Tlemcen et le Sebdou. Ils renferment aussi quelques crêtes de calcaire crétacé inférieur dirigées, comme le littoral, du S.-E. au N.-O. et dont les couches plongent au S.-E. Le poudingue quaternaire se présente au pied de ces chaînes; il est surtout très développé sur les collines du Mekaïdou, qu'il constitue complétement, et où il renferme des blocs de $0^m,50$ de diamètre. A partir de ces collines, le terrain s'abaisse uniformément au S.-E., vers les Chotts, et ne présente à la surface que la carapace calcaire blanche.

Dans la plaine du Sebkha d'Oran, entre la Sénia, le Fignier et Sidi-Chami, le sol est formé par un banc de gypse de 3 à 4 mètres d'épaisseur, qui rend les eaux très séléniteuses et qui me paraît être l'analogue des cristaux isolés de gypse qu'on trouve dans les argiles quaternaires des hauts plateaux.

En plusieurs points du rivage (Djemma-Gazaouat, port de Camarata, Oran, Christel, Mostaganem), le terrain quaternaire est très développé. Il forme des assises successives de sables quartzeux fins qui atteignent 80 mètres de puissance. A l'E. d'Oran, on trouve des lentilles de carapace calcaire blanche, intercalées dans ces sables. Elles manquent à Mostaganem, où la chaux est fort rare sur le rivage et doit venir de l'intérieur des terres. Partout ces sables sont caractérisés par la présence de coquilles terrestres et de coquilles d'eau douce. A Mostaganem ces sables reposent sur des argiles marines et commencent par un poudingue désagrégé contenant un mélange de coquilles d'eau douce et de coquilles marines. Il semble que ces sables représentent sur le bord de la mer le poudingue grossier qui est si développé dans l'intérieur des terres. Ils seraient dus, dans cette hypothèse, à un grand courant diluvien marchant du S. au N., de telle sorte que les galets les plus fins correspondent à la distance la plus grande du point de départ.

Terrain d'alluvion. — Le terrain d'alluvion se présente avec assez de développement dans le fond des principales vallées, où il con-

stitue d'excellentes terres de culture (Tafna, Isser, Rio-Salado, Tlélat, Chélif).

Les terrains d'origine ignée comprennent des granites, des porphyres, des basaltes, des dolérites et des gypses.

Granite. — Il y a un petit îlot de granite porphyroïde chez les Beni-Senous, au lieu dit Bou-Abdous, à 8 kilom. N. du village de Krémis, au milieu du massif méridional de terrain crétacé. En général, le quartz est blanc, vitreux, en masse amorphe de 5 à 6 millimètres de diamètre au plus. Parfois on y reconnaît la forme cristalline du prisme à six pans. Le mica est verdâtre, en tables hexagonales de 1 à 2 millimètres de côté. Le feldspath est ordinairement blanc opaque, en cristaux allongés de 2 à 3 centimètres de côté, et de 1 centimètre de large. Quelquefois il est rose : les longs cristaux de feldspath sont coupés par des fentes transversales et se détachent facilement en petits fragments. Le granite se désagrége aisément à la surface, et tous les noyaux détachés de quartz et de feldspath sont colorés en rose, sans doute, par suite d'une décomposition de pyrite de fer. Le granite est traversé par une série de veines parallèles de tourmaline noire, dirigées N.-S. et plongeant à l'E. L'épaisseur de ces veines varie de 1 à 3 centimètres. Elles sont espacées de 10 à 30 centimètres. La tourmaline ne se présente pas en cristaux isolés bien définis, mais en prismes confusément groupés ensemble. On la trouve ainsi disséminée d'une manière régulière dans le granite. Celui-ci est coupé par trois systèmes de fentes qui le divisent en gros blocs parallélipipédiques. L'un des systèmes est dirigé E.-O. verticalement, et l'autre N.-S. verticalement. Le troisième système est aussi dirigé N.-S, et plonge à l'O. de 30°. Il donne au granite l'apparence d'une roche stratifiée; le système de fentes E.-O. produit aussi la même apparence. Quelquefois le granite se désagrége sur place et produit des blocs irréguliers à contours arrondis. Cette roche se montre au jour sur 1000 mètres de long et 2 ou 300 mètres de large sur les deux rives de l'Oued Teggezerin, qui va se jeter dans la Tafna, en coulant du S. au N. Elle se montre par-dessous une roche quartzo-calcaire micacée grise, dont les couches plongent au N. de 35°.

Il y a un îlot de granite plus considérable que le précédent à l'E. de Nédroma; il constitue, depuis Nédroma jusqu'au marabout de Sidi-Lassen, une petite chaîne de 7 kilomètres de long et de 1000 mètres de largeur moyenne. Il est enclavé dans le terrain crétacé inférieur à travers lequel il a fait irruption. Au contact le terrain crétacé est modifié et présente tous les caractères extérieurs

des terrains de transition, sur une largeur de plusieurs centaines de mètres. Ainsi les argiles sont transformées en micaschistes maclifères. Le granite de Nédroma est en général très facile à désagréger par les agents atmosphériques ; il a donné lieu au diluvium épais de sables granitiques qu'on trouve sur la rive gauche de l'Oued-Sbaïr. Il se compose de quartz amorphe, blanc hyalin, de feldspath blanc opaque, lamelleux, en cristaux mal définis et de mica noir ou vert, en paillettes hexagonales. Quand il est désagrégé, ce qui arrive presque toujours à la surface du sol, il est coloré en rouge par un peu d'oxyde de fer. Il est traversé par des filons parallèles d'un granite fort dur, à petits grains dirigés verticalement N. 35° E. m. et dont l'épaisseur varie de 0m,15 à 0m,40.

La figure ci-dessous indique la coupe des terrains à travers la vallée d'Aïn-Kébira, par un plan mené N.-S. m.

A. Terrain crétacé inférieur. | A'. Terrain crétacé inférieur modifié. | B. Granite.

La présence des gîtes de fer des environs d'Aïn-Kébira, situés sur le revers N. du Djebel-Filhausen, est sans doute liée à l'apparition du granite. Il y a encore un petit îlot de granite de 1,500 mètres de long, au S.-O. de Nédroma. Il y a un très petit îlot de gneiss auprès du marabout de Sidi-Amar-el-Aïat, à 4 kilomètres E.-S.-E. d'Aïn-Temouchen ; il est associé à du basalte et à du gypse.

Porphyres. — On trouve des îlots de porphyre blanc sur la rive gauche de la Tafna, à 8 kilomètres N.-E. de Lalla-Magh'rnia. Ils donnent, par suite de leur décomposition naturelle, de la terre à porcelaine et une substance translucide que les Arabes emploient comme pierre à savon. Les débris de ces porphyres ont produit les assises de grès blancs qui sont enclavés dans le terrain tertiaire moyen des bords de la Tafna, auprès des sources thermales d'Hammam-bou-Gh'rara.

Il y a encore un îlot de porphyre blanc, à 8 kilomètres E. d'Aïn-Temouchen, au sommet du Djebel-el-Azela-el-Aramia.

Basaltes. — Le basalte forme trois massifs principaux bien distincts. Le premier est situé à peu de distance de Djemma-Gazaouat, sur les bords de l'Oued-el-Marsa. Le deuxième est situé sur les bords de la Tafna inférieure et l'île de Raehgoun en est une dépendance. Le troisième est situé auprès d'Aïn-Temouchen. Ces trois massifs sont remarquables par les gîtes de pouzzolanes qu'ils renferment. Autour de ces trois massifs, il y a de nombreux petits îlots basaltiques qui en sont des dépendances.

Dolérites et gypses. — De nombreux petits îlots de dolérites sont associés à des gîtes de plâtre d'origine métamorphique.

Pour donner une idée des richesses minéralogiques de la province d'Oran, je terminerai par une description succincte des gîtes reconnus jusqu'à ce jour dans cette province.

Albâtre calcaire. — Il y a cinq gîtes d'albâtre calcaire sur la rive droite de l'Isser, auprès du pont de la route d'Oran à Tlemcen; l'un de ces gîtes a été exploité anciennement. Tous ces gîtes pourront être utilisés pour la fabrication des objets d'ornement, tels que cheminées, consoles, etc., lorsque la route d'Oran à Tlemcen sera terminée.

Marbres. — Il y a des calcaires susceptibles d'être utilisés comme marbres, aux environs de Djemma-Gazaouat (à Tient).

Calcaires hydrauliques. — La croûte supérieure du terrain quaternaire fournit, sur $0^m,10$ à $0^m,20$ d'épaisseur, un calcaire qui est moyennement hydraulique et qui peut être utilisé dans les constructions locales.

Pierres de construction. — On trouve d'excellentes pierres de construction dans tous les terrains stratifiés.

Le terrain quaternaire fournit des travertins qui sont excellents pour la construction des voûtes (Tlemcen, Sebdou, Mostaganem). Il donne aussi des grès que l'on emploie à Mostaganem dans les constructions, mais qui ont l'inconvénient d'être très friables.

Le terrain tertiaire supérieur fournit des calcaires blancs et des grès quartzeux qui sont excellents comme pierres d'appareils (Oran).

Le terrain tertiaire moyen fournit à Tlemcen des sables excellents pour la fabrication des mortiers.

Le terrain crétacé inférieur fournit des calcaires et des grès excellents comme pierres de taille (Tlemcen).

Argiles. — On trouve des argiles à poterie à Oran, Arzeu, Mostaganem, dans le terrain quaternaire et le terrain tertiaire supérieur,

à Tlemcen, dans le terrain tertiaire moyen. Les argiles d'Arzeu servent pour faire de la poterie fine.

On a fait de la pouzzolane artificielle avec les argiles du Sig et de l'Isser.

Terre à porcelaine. — Il y a un gîte considérable de terre à porcelaine sur les bords de l'Oued-Malah, à 8 kilomètres N.-E. de Lalla-Magh'rnia.

Une variété particulière de cette terre est employée par les Arabes comme pierre à savon.

Pouzzolanes naturelles. — Il y a un gîte considérable de pouzzolanes auprès du village de Tient, à 6 kilomètres du rivage de la mer, au milieu du terrain basaltique des environs de Djemma Gazaouat.

Il y a dans l'île de Rachgoun, en face de l'embouchure de la Tafna, un gîte de pouzzolane qui est exploité pour les constructions hydrauliques du port d'Oran.

Il y a douze gîtes de pouzzolane sur les bords de la Tafna inférieure, près de son embouchure.

Ces gîtes pourront donner lieu à une exportation considérable quand la route de Tlemcen à l'embouchure de la Tafna sera exécutée ; plusieurs de ces gîtes pourront être exploités pour les besoins de la subdivision de Tlemcen.

Il y a 9 gîtes de pouzzolane auprès d'Aïn-Temouchen. Le gîte du Dayat-Mtaa-Karkar pourra servir pour les besoins d'Aïn-Temouchen, de Tlemcen et de Sidi-bel-Abbès. Les autres gîtes seront utilisés si l'on exécute les projets de route qui relient Aïn-Temouchen à la vallée de la Tafna et à la mer.

Gypses. — 1° Il y a un gîte de plâtre à Teniet-el-Djibs, à 5 kilomètres S. de Sebdou. Il a été exploité pour les besoins du poste de Sebdou.

2° Il y a un gîte de plâtre auprès du marabout de Sidi-Sahia, au pied du revers occidental du Coudiat-er-Resas. Ce gîte pourra être utilisé dans les constructions de l'usine qui traitera un jour le minerai de plomb de Sidi-Sahia.

3° Il y a un gîte de plâtre à 2 kilomètres N. du village de Tlata, dans les Beni-Senous.

4° Il y a un gîte de plâtre au pied du Djebel-Mellaha, à 4 kilomètres N.-E. du village de Tlata, dans les Beni-Senous; ces deux gîtes sont sans emploi immédiat.

5° Il y a un gîte considérable de plâtre sur les bords de l'Oued-Tellout, à 4 kilomètres S.-O. de son confluent avec l'Oued-Isser, et à 32 kilomètres E. de Tlemcen. Ce gîte de plâtre peut être

exploité facilement pour les besoins de Tlemcen, où le prix de vente du quintal métrique de plâtre cuit serait aujourd'hui de 6 francs seulement.

6° Il y a un gîte considérable de plâtre sur la rive droite de la Tafna, à 9 kilomètres de son embouchure. Ce gîte a été exploité pour les besoins de Tlemcen, où le prix de vente du quintal métrique de plâtre cuit était de 12 à 13 francs.

7° Il y a un gîte de plâtre sur l'Oued-Zoudj-el-Adjar, à 4 kilomètres E. du confluent de l'Oued-Lembaa et de la Tafna.

8° Il y a un gîte de plâtre au pied du revers S.-E. du Djebel-Gouléah, à 5,500 mètres du confluent de la Tafna et de l'Oued-Lembaa.

9° Il y a un gîte de plâtre au pied du revers S.-E. du Djebel-Morro-Aïn, sur la rive gauche de l'Oued-Malah, à 11 kilomètres S.-O. d'Aïn-Temouchen ; il est exploité pour les besoins d'Aïn-Temouchen.

10° Il y a un gîte de plâtre à 12 kilomètres O.-S.-O. d'Aïn-Temouchen, sur les bords de l'Oued-Malah. Il est associé au sel gemme des Ouled-Gueral.

11° Il y a un gîte de plâtre auprès du marabout de Sidi-Amar-el-Aïat, à 4 kilomètres E.-S.-E. d'Aïn-Temouchen.

12° Il y a un gîte de plâtre à 3 kilomètres N.-E. de Sidi-Bel-Abbès.

13° Il y a une zone gypseuse de 22 kilomètres de long sur le revers S.-E. de la chaîne comprise entre le Djebel-Tessala et le Djebel-Tafarouï, à 25 kilomètres de distance moyenne de Sidi-Bel-Abbès. Cette zone contient plusieurs gîtes de plâtre qui sont exploités pour les besoins de Sidi-Bel-Abbès.

14° Il y a un gîte de plâtre sur la rive droite de l'Oued-Sarno, à 4 kilomètres N. de Sidi-Bel-Abbès.

15° Il y a un gîte de plâtre situé à Mers-el-Kébir, à 3 kilomètres S. du rivage. C'est un gîte considérable qui a été exploité jadis pour les besoins de Mers-el-Kébir et d'Oran, mais qui est abandonné aujourd'hui.

16° Il y a un gîte considérable de plâtre sur le revers occidental de la montagne des Lions (Djebel-Kahar), à 12 kilomètres N.-E. d'Oran. Ce gîte est exploité pour les besoins d'Oran et des environs.

17° Il y a un gîte de plâtre auprès de Christel, à 500 mètres environ du rivage de la mer, et à 22 kilomètres N.-E. d'Oran. Ce gîte est exploité pour les besoins d'Oran.

18° Il y a un gîte de plâtre à 2,500 mètres O. de l'embouchure de la Macta, et à 12 kilomètres S.-O. d'Arzeu.

19° Il y a un gîte de plâtre à 2,500 mètres N.-E. de la ferme de Guessiba, et à 4 kilomètres O. d'Arzeu. L'exploitation en a été abandonnée par suite de la mauvaise qualité du plâtre.

20° Il y a un gîte de plâtre auprès de la Stidia. Il a été exploité pour les besoins de ce village.

21° Il y a deux gîtes de plâtre sur le Djebel-Dis, auprès du télégraphe des Hachem-Daro, à 2 kilomètres du rivage, et à 7 kilomètres N.-E. de Mostaganem. Ces gîtes sont exploités pour les besoins de Mostaganem.

22° Il y a un gîte de plâtre auprès du télégraphe des Chenrfa, sur la rive gauche du Chélif, à 11 kilomètres du rivage de la mer. Il fournit de l'albâtre.

23° Il y a trois gîtes de plâtre au pied du revers N.-O. du Djebel-Tessala, à 44 kilomètres S. d'Oran.

24° Il y a un gîte de plâtre aux environs d'Arbal, à 29 kilomètres S. d'Oran. Il a été exploité pour les besoins de la ferme d'Arbal.

25° Il y a une couche de plâtre qui s'étend entre les villages de la Scuia, du Figuier et de Sidi-Chami, sous le sol de la plaine. Elle a été exploitée pour les besoins de ces villages.

26° Il y a un gîte de plâtre à 2 kilomètres N.-E. de l'extrémité de la saline d'Arzeu.

27° Il y a un gîte de plâtre auprès du marabout de Mouley-Abd-el-Kader, à 5 kilomètres N.-O. de l'extrémité S.-O. de la saline d'Arzeu.

28° Il y a un gîte de plâtre à 3 kilomètres de l'extrémité N.-E. de la saline d'Arzeu.

29° Il y a une couche de plâtre à l'extrémité S.-E. de la saline d'Arzeu.

30° Il y a un gîte considérable de plâtre dans la forêt de Mouley-Ismaël, à 24 kilomètres S. d'Arzeu.

31° Il y a un gîte de plâtre auprès du barrage de Saint-Denis-du-Sig, à 50 kilomètres S.-E. d'Oran. Il est exploité pour les besoins de Saint-Denis.

32° Il y a un gîte de plâtre sur la rive gauche du Chélif, à 6 kilomètres E. du télégraphe de Bou-Kamel, et à 29 kilomètres du rivage de la mer.

33° Il y a un gîte de plâtre sur la rive gauche du Chélif, à 3 kilomètres O. du télégraphe de Sidi-Brahim, et à 34 kilomètres du rivage de la mer.

On connaît donc 36 gîtes de plâtre en tout.

Sel gemme et sources salées. — 1° Il y a une mine de sel gemme

sur les rives de l'Oued-Malah, à 12 kilomètres O. d'Aïn-Temouchen. Elle est exploitée par les Arabes de la tribu des Ouled-Guérab.

2° Il y a une montagne de sel (Djebel-Mahah), au sud des Chotts, par 33° 30′ de latitude. Les eaux qui en sortent contribuent à l'alimentation du Sebkha-Nahma.

3° Le Rio-Salado (Oued-Malah), à l'E. d'Aïn-Temouchen, doit son nom à des infiltrations d'eau salée qui se trouvent à la partie supérieure de son cours.

4° Il y a des puits d'eau salée sur la rive droite de l'Oued-Tellout, à 32 kilomètres E. de Tlemcen. Cette eau est exploitée par les Arabes.

5° Il y a une source salée et sulfureuse à la température de 30°, à 8 kilomètres N.-E. de Lalla-Magh'rnia. Cette eau est sans emploi.

6° Il y a une source salée à 500 mètres à l'E. de la ferme d'Arbal. Elle est exploitée pour les besoins de cette ferme.

Salines naturelles. — 1° Le lac salé d'Arzeu est une saline naturelle située à 14 kilomètres S. du port d'Arzeu, et à 45 mètres au-dessus du niveau de la mer. Il renferme aujourd'hui 1,300,000 tonnes de sel marchand. Il reçoit annuellement une quantité de sel qui est au maximum de 3,900 tonnes. Ce sel est apporté dans le lac par des eaux d'infiltration, qui doivent leur salure au lavage des roches imprégnées de sel qui constituent le bassin hydrographique du lac. Cette saline est exploitée de temps immémorial. Elle fournit annuellement environ 3,000 tonnes de sel à l'exportation.

2° Le Sebkha d'Oran ou lac du camp du Figuier, est situé à 14 kilomètres S. d'Oran, et à 80 mètres environ au-dessus du niveau de la mer. En été, il se couvre d'une croûte de sel de quelques millimètres d'épaisseur et qui est inexploitable. Sur ses bords, la couche de sel est parfois plus épaisse et exploitable par suite d'une dépression accidentelle du sol. Il est entouré au S. par une ceinture de petits lacs qui renferment en été une nappe de sel de quelques centimètres d'épaisseur, qui est exploitée par les Arabes et quelques habitants d'Oran.

Terrains salpêtrés. — 1° Les Arabes obtiennent le salpêtre qu'ils emploient dans la fabrication de la poudre en lessivant les matières terreuses calcaires qui forment le sol des grottes où ils abritent leurs troupeaux. Les grottes naturelles qui existent dans les dépôts de travertins sont les plus convenables pour cet objet. — Les centres principaux de fabrication étaient jadis Tlemcen, Sebdou, Tefesrah, la plaine d'Egris.

Sources minérales. — 1° Il y a sur la rive droite de la Tafna, à

6 kilomètres N.-O. de Sebdou, deux sources minérales incrustantes dont la température est de 25 degrés.

2° Il y a une source minérale incrustante (Aïn-el-Hammam) sur la rive gauche de l'Oued-el-Hammam, à peu de distance de Bab-Mteurba, dans les Traras. Sa température est de 25 degrés.

3° Il y a une source thermale incrustante (Hammam-Sidi-Chigh'r) sur la rive gauche de la Mouïlah, à 4 kilomètres N. de Lalla-Magh'rnia. Sa température est de 34 degrés.

4° Il y a une source thermale incrustante (Hammam-Sidi-bel-Kh'eir) sur la rive gauche de la Tafna, à 10 kilomètres N.-E. de Lalla-Magh'rnia. Sa température est de 36 degrés.

5° Il y a une source thermale (Hammam-bou-Gh'rara) sur la rive gauche de la Tafna, à 12 kilomètres N.-E. de Lalla-Magh'rnia. Elle est utilisée par les Arabes, qui viennent de fort loin pour s'y baigner. Sa température est de 48 degrés.

6° Il y a une source minérale incrustante (Aïn-Merdja) sur la rive gauche de la Tafna, à 5 kilomètres S. de l'embouchure de cette rivière. Elle sert de boisson habituelle aux Arabes des environs. Sa température est de 23 degrés et demi.

7° Il y a une source thermale incrustante (Hammam-Sidi-Abdli) sur la rive gauche de l'Isser, à 7 kilomètres E. du pont de la route d'Oran à Tlemcen. Elle est utilisée par les Arabes des environs. Sa température est de 38 degrés.

8° Il y a un groupe de sources thermales incrustantes et sulfureuses (Hammam-Sidi-Aït) sur la rive droite de l'Oued-Songhaï, près de son confluent avec le Rio-Salado. La température de ces sources varie de 52 à 55 degrés.

9° Il y a un groupe de sources thermales incrustantes et sulfureuses (Hammam-bou-Hadjar), à 2 kilomètres N. du Hammam-Sidi-Haït, et à 46 kilomètres S.-O. d'Oran, auprès de l'extrémité S.-O. du Sebkha d'Oran. Leur température varie de 48 à 61 degrés.

Les eaux du Hammam-Sidi-Aït et du Hammam-bou-Hadjar sont utilisées par les Arabes à l'état de boisson ordinaire et à l'état de bains.

10° Il y a un groupe de sources thermales incrustantes à 20 kilomètres S.-O. de Mascara, sur la rive gauche de l'Oued-el-Hammam. Leur température est de 58 degrés.

11° Il y a une source thermale saline aux bains de la Keine, sur le bord de la mer, à 3 kilomètres O. d'Oran. Sa température est de 47°,50. Cette source est fréquentée par les habitants d'Oran.

12° Il y a une source minérale acidule à 2 kilomètres N.-E. d'Arcole et à 10 kilomètres N.-E. d'Oran, au pied du revers occi-

dental de la montagne des Lions. Les produits de cette source sont expédiés à Oran.

Combustibles minéraux. — 1° Il y a un gîte d'anthracite au pied du revers N.-O. de la montagne des Lions, à 13 kilomètres N.-E. d'Oran, et sur le rivage de la mer. Ce gîte, qui a été exploré par 64 mètres courant de travaux de recherches exécutés en entier dans le charbon, est en ce moment l'objet d'une demande régulière en permis d'exploration. Il fournit de l'anthracite terreuse de qualité médiocre.

2° Il y a un affleurement peu important de lignite dans la plaine de Terni, à 10 kilomètres S.-O. de Tlemcen.

3° Il y a un bassin carbonifère renfermant plusieurs couches de lignite auprès d'Hadjar-Roum, sur les deux rives de l'Isser, à 28 kilomètres E. de Tlemcen. L'affleurement est très remarquable, et mérite de devenir l'objet de travaux de recherches.

Soufre. — 1° Il résulte de renseignements fournis récemment par des Arabes de la subdivision de Tlemcen qu'il existe un gisement considérable de soufre à El-Morra, dans le Chott-el-Rharbi. Il est exploité par les Arabes pour la fabrication de la poudre.

2° Il existe un gisement semblable de soufre auprès d'Ouelada, dans le Maroc.

Minerais de fer. — 1° Il y a une mine de fer anciennement exploitée sous le village de Kolla, situé sur la rive gauche de l'Oued-Marsa, à 4 kilomètres S.-E. de Djemma-Gazaouat.

2° Il y a une mine de fer anciennement exploitée auprès d'Aïn-Kébira, sur le revers N. du Djebel-Filhausen, à 5 kilomètres E.-N.-E. de Nédroma; le minerai est un mélange de carbonate de fer, d'hydroxyde de fer et de peroxyde anhydre. Il renferme 56,07 pour 100 de fer métallique.

3° Il y a des blocs roulés de peroxyde de fer anhydre à 3 kilomètres E. de Nédroma, provenant d'un gîte qui se trouve vers le sommet du Djebel-Skhor.

4° Il y a une mine de fer anciennement exploitée à Bab-Mteurba, auprès de la mosquée de Moulay-Eddris, à 6 kilomètres S. de la rade d'Honaïn. Le minerai se compose d'hydrate de peroxyde de fer manganésifère contenant 56,20 pour 100 de fer métallique.

5° Il y a un affleurement de minerai de fer à 6 kilomètres E.-S.-E. de la rade d'Honaïn, à la partie supérieure du cours de l'Oued-Rachod, qui prend alors le nom d'Oued-el-Merdja.

6° Il y a un gîte de minerai de fer sur la rive droite de l'Oued-

el-Msab, à 800 mètres de son embouchure dans la rade d'Honaïn. Le minerai est un hydrate de fer manganésifère assez pauvre, puisqu'il ne renferme que 24,43 pour 100 de fer métallique.

7° Il y a sur la montagne de Tunt, dans la rade de Djemma-Gazaouat, des veines minces de fer oligiste micacé qui sont exploitées par les Arabes, comme Koheul, pour colorer en noir les sourcils des Musulmanes. Ce gîte est très peu important.

8° Il y a sur la rive droite du Chabbat-Karouba, affluent de la rive gauche de la Tafna, et à 8 kilomètres S.-E. de l'embouchure de cette rivière, un affleurement d'hydroxyde de fer qui paraît assez riche.

9° Il y a un affleurement peu important d'hydroxyde de fer à 2 kilomètres E. de l'embouchure de l'Oued-Hamad, et à 9 kilomètres E. de l'embouchure de la Tafna.

10° Il y a une mine de fer anciennement exploitée chez les Ouled-Sidi-el-Sofi, à 9 kilomètres S.-O. du port de Camarata, qui est à l'embouchure de l'Oued-Aouaria. Le minerai se compose de peroxyde de fer anhydre contenant 61,69 pour 100 de fer métallique. Les usines à fer qu'on pourrait construire aujourd'hui dans les Traras, pour tirer parti des gîtes qu'on vient de signaler, se trouveraient dans de très mauvaises conditions, à cause de l'absence de routes et de combustible, de l'insuffisance des cours d'eau et du peu de sécurité que présentent encore les Traras. Ce n'est que dans un avenir assez reculé, quand la colonisation aura fait des progrès dans la subdivision de Tlemcen, que l'on pourra tirer un parti avantageux des gîtes de minerai de fer qui sont les plus rapprochés du littoral.

11° Il y a un gîte considérable de minerai de fer sur le revers N. du Djebel-Aouaria, à 16 kilomètres N.-O. d'Aïn-Temouchen, et sur le bord de la mer. Le minerai est un mélange de peroxyde de fer anhydre et de peroxyde de fer hydraté; il renferme 44,56 pour 100 de fer métallique.

12° Il y a un gîte de carbonate de fer hydroxydé à 300 mètres environ N.-E. du gîte d'anthracite de la montagne des Lions, et à 13 kilomètres N.-E. d'Oran. C'est un minerai pauvre qui renferme de 20 à 30 pour 100 de fer métallique.

13° Il y a un gîte sans importance de fer oligiste micacé à Aïn-Defla, à 2 kilomètres N. du village arabe de Christel.

14° Il y a un gîte assez important de fer oligiste micacé fort riche sur le revers N du Djebel-Mansour, à 1,000 mètres environ du rivage de la mer, et à 1,200 S.-O. du cap Ferrate.

15° Il y a deux filons de fer oligiste micacé auprès du cap Ferrate; ils fournissent un minerai très riche renfermant 64,50 pour 100 de fer métallique.

Les gîtes de minerai de fer du Djebel-Mansour et du cap Ferrate méritent de devenir l'objet de travaux de recherches. Comme il n'y a sur place ni bois ni eau douce, les produits de ces gîtes pourraient être utilisés comme *lest* sur les navires qui s'en retournent à vide d'Oran. Ils seraient traités dans les usines voisines du littoral de la Méditerranée.

16° Il y a des filons de fer oligiste compacte et de baryte sulfatée entre Saïda et Tagdempt.

Oxyde de manganèse. — 1° Il y a du minerai de manganèse aux environs du village de Tlata, chez les Beni-Senous.

Minerais de plomb. — 1° Il y a une mine de plomb anciennement exploitée au Coudiat er-Resas, à 12 kilomètres S.-O. de Sebdou. L'éloignement de la côte et l'absence de route empêcheront sans doute de tirer un parti immédiat de cette mine.

2° Il y a un gîte de galène (sulfure de plomb) au lieu dit Hassan-Madi, à 4 kilomètres O.-N.-O. du village de Tlata, chez les Beni-Senous, à 3 kilomètres N. du village de Kremis. Ce gîte est peu important.

3° Il y a une mine de plomb anciennement exploitée au Djebel-Roubau, chez les Beni-Senous, sur la frontière du Maroc. Elle est en ce moment l'objet d'une demande en permis d'exploration. La mine contient aussi des filons de pyrite de cuivre.

4° Il y a une mine de plomb anciennement exploitée sur le Djebel-Djerf-el-Hamar, à 10 kilomètres N.-O. environ de Lalla-Magh'rnia. Cette mine est en ce moment l'objet d'une demande en permis d'exploration.

Minerais de cuivre. — 1° Il y a une mine de cuivre anciennement exploitée sur le bord de la mer, auprès du marabout de Sidna Loucha, à 8 kilomètres E.-N.-E. de Djemma-Gazaouat. Cette mine est dans ce moment l'objet d'une demande en permis d'exploration.

2° Il y a une mine de cuivre anciennement exploitée à 1 kilomètre N.-O. de la ferme de Guessiba, et à 8 kilomètres O. du port d'Arzeu. Cette mine est en ce moment l'objet d'une demande en permis d'exploration.

3° Il y a un filon de pyrite de cuivre sur le Hamar-Ramadia, à 8 kilomètres S. d'Arlial. Ce filon mérite de devenir l'objet de travaux de recherches.

Mercure. — Il y a une mine de mercure qui était exploitée, il

y a 770 ans, dans le massif de terrain secondaire compris entre Arzeu et la montagne des Lions. On ignore encore la situation de cette mine.

On voit par ce qui précède que la province d'Oran présente beaucoup de richesses minérales. Comme on n'a exploré encore qu'une partie de cette province, il est permis d'augurer favorablement des recherches à venir.

Séance du 17 mai 1852.

PRÉSIDENCE DE M. VIQUESNEL, *vice-président.*

M. Delesse, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Boué, *Sur l'établissement de bonnes routes et surtout de chemins de fer dans la Turquie d'Europe*, in-8, 52, p. Vienne, 1852, chez Braumüller.

De la part de M. Davidson, *A monograph of British tertiary Brachiopoda;* part. I, in-4, 23 p., 2 pl.

— *A monograph of British cretaceous Brachiopoda;* part. II, in-4, 54 p., 5 pl.

— *A monograph*, etc. (Monographie des Brachiopodes de l'oolite et du lias d'Angleterre); part. III, conclusion; in-4, p. 65 à 100, pl. XIV à XVIII. Londres, 1852, chez Adlard.

— *Notes and descriptions*, etc. (Notes et descriptions relatives à un petit nombre de Brachiopodes, et comprenant la monographie des Spirifères du lias de France) (extr. des *Annals and magaz. of natur. hist.* — Avril 1852); in-8, 19 p., 3 pl.

— *Sketch*, etc. (Esquisse d'une classification de Brachiopodes nouveaux, d'après leur organisation interne) (extr. des *Annals and magaz. of natur. hist.* — Mai 1852); in-8, p. 361 à 377, 1 pl.

De la part de M. Thurmann, *Lettres écrites du Jura. — Lettre VIII. — Nouvelle comparaison entre les températures*

des sources du Jura, des Vosges et du Kaiserstuhl) communiq. à la *Soc. d'hist. natur. de Berne*, le 7 févr. 1852); n° 236, p. 97 à 104, in-8. Berne, 1852.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1852, 1er sem., t. XXXIV, nos 18 et 19.

L'Institut, 1852, nos 957 et 958.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, n° 43, 5e année. — Mars 1852.

Bulletin de la Société de géographie, 4e série, t. III, n° 14, février 1852.

Annales de la Société d'agriculture, des sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire, t. XXXI, n° 1 et 2, janv. à juin 1851; in-8.

The Athenæum, 1852, nos 1280 et 1281.

Geognostisch, etc. (Carte générale géognostique de la monarchie autrichienne, sous la direction de M. W. Haidinger. — 1845); 9 feuilles.

Geognostische, etc. (Carte géognostique du Voralberg, levée et dessinée par M. A. R. Schmidt, géomètre imp. et roy., dans les années 1839—1841); 1 feuille.

— *Geognostische*, etc. (Coupes et profils géognostiques des montagnes du Voralberg, levés et dessinés par M. A. R. Schmidt, dans les années 1839—1841); 1 feuille.

Geognostische specialcharte Sachsen, par MM. les profess. Naumann et Cotta, nos VIII, XII et XIV; 3 feuilles.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouvel annuaire de minéralogie, de géognosie et de géologie, de MM. de Leonhard et Bronn), année 1852, 2e cah., Stuttgart; in-8.

M. Delesse, secrétaire, donne lecture des procès-verbaux de la réunion extraordinaire à Dijon. — Il fait ensuite un résumé succinct des mémoires qui ont été présentés à cette réunion.

M. Casiano de Prado donne lecture de la notice suivante :

Notice sur le terrain carbonifère d'Espagne, par M. Casiano de Prado.

M. Alcide d'Orbigny, dans la deuxième partie de son *Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphiques*, parle plu-

sieurs fois du charbon des montagnes de Léon, en Espagne, comme appartenant au terrain dévonien, et il ajoute encore que le même fait s'observe dans quelques points des Asturies; il dit même, page 325, qu'il y a là « une alternance réelle que MM. Paillette » et de Verneuil ont parfaitement constatée. » Je ne sais pas comment M. Alcide d'Orbigny parle si résolûment sur une question encore en voie de recherches, et qui est loin d'être éclaircie, comme je le ferai voir. Premièrement, qu'est-ce que dit M. Paillette dans ses *Recherches sur quelques unes des roches qui constituent la province des Asturies* (1)? Qu'il a vu dans un ou deux points une couche de charbon au-dessous d'autres couches avec des fossiles dévoniens. Mais à la vue des grands bouleversements du terrain, loin de déclarer qu'il a observé là « une alternance réelle parfai- » tement constatée, » il reste dans le doute, et il dit : « Il serait » imprudent de dire qu'il ne reste pas à modifier les idées que nous » pouvons émettre. » Et plus loin : « L'observateur éprouve vrai- » ment de l'embarras, et craint de se tromper au milieu d'une » contrée aussi visiblement tourmentée. »

Voyons à présent ce que pense M. de Verneuil sur l'âge du charbon du versant méridional de la chaîne cantabrique : « Je suis » porté, dit-il, à considérer le terrain à combustibles de Sabero » comme subordonné à la partie supérieure du système dévonien, » tandis que M. Casiano de Prado est plutôt disposé à le rappor- » ter à l'époque carbonifère. Cette question, sur laquelle j'espère » m'éclairer encore (2).... »

Non, dans aucun lieu M. de Verneuil ni M. Paillette n'ont émis un jugement définitif sur ce point. Quant à moi, j'ai manifesté que les combustibles de Sabero, selon mon opinion, appartenaient au véritable terrain carbonifère (3), si développé sur le versant N. de la chaîne, et avec les mêmes impressions végétales et le même charbon bitumineux.

M. Adolphe Brongniart ne croit pas non plus qu'il y ait là un charbon dévonien, que jusqu'à présent on ne connaît pas en Europe. « Vous n'aurez pas trouvé, m'a-t-il dit un jour, des fossiles dévoniens dans les mêmes couches avec des empreintes végétales ou avec du charbon. » Et c'est vrai. Dans toute la bande que je considère comme vraiment carbonifère, après les plus longues recherches, je n'ai pas trouvé un seul fossile que M. de Verneuil, à

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. II, p. 439.
(2) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. VII.
(3) *Bull.*, 2e sér., t VII.

qui je les ai montrés tous, ait pu caractériser comme dévonien, et je dirai aussi que, dans les couches dévoniennes, je n'ai vu aucune couche de charbon; je n'ai pas vu non plus d'autres fossiles végétaux que des Fucoïdes, quelquefois d'un grand volume.

M. Alcide d'Orbigny, dans la même seconde partie de son ouvrage, fait mention des végétaux fossiles de Lamure et de la Tarentaise, et il croit qu'ils sont bien une dépendance de l'étage carbonifère, quoique confondus avec celui du lias inférieur. Sur cela le savant paléontologiste dit : « Cette exception si étrange qu'on y » a signalée tient à quelque interversion géologique locale des » couches spéciales aux deux époques. » Pourquoi donc ne pourrais-je pas penser la même chose des terrains de Sabero et des Asturies, où l'on observe les mouvements les plus compliqués, et quelquefois le plus grand désordre, où l'on voit des alternances répétées et non équivoques, des alternances réelles de couches charbonneuses et de couches à fossiles dévoniens?

Ce que l'on observe à Sabero, c'est une bande de terrain carbonifère, qui a d'un côté et de l'autre le terrain dévonien. Mais aussi, plus à l'O., il y a une autre bande de terrain à Hippurites au milieu du même terrain dévonien. Des accidents de cette nature sont assez connus. Mais à présent je dois dire que, sur le versant méridional de la chaîne cantabrique, le terrain carbonifère, prodigieusement riche en impressions végétales, comme celles des Asturies et de Sabero, se prolonge à l'O. jusqu'à la Espinareda, tout près des montagnes de la Galice, et jusqu'à Bembibre et la chaîne du Feleno, tout près de la province de Zamora, au milieu d'un terrain à schistes et à quartzites très durs, plus ancien assurément que le terrain dévonien, qui s'arrête à 10 ou 12 lieues à l'E. avec ses grès ferrifères, et ses énormes masses, et ses hauts pics de calcaire fossilifère. Voudrait-on donc dire qu'il y a là aussi un terrain carbonifère de l'époque silurienne? Ne vaudrait-il pas mieux attendre que ceux qui ont commencé l'étude géologique de ce pays-là, désireux seulement de concourir à l'avancement de la science, publient de nouveaux éclaircissements, et parviennent à dissiper les doutes qui pourraient les dominer encore?

Ce peu de mots suffira, je crois, pour faire voir que si j'ai sur ce point une autre opinion que M. Alcide d'Orbigny, à qui la paléontologie doit tant de beaux travaux, ce n'est point sans quelque fondement.

Dans un autre mémoire, qui sera accompagné de coupes, je reviendrai prochainement sur la même question, et j'y exposerai toutes les difficultés qui se présentent dans quelques points, et qui,

tout en reconnaissant l'existence de l'étage carbonifère dans le versant S. de la chaîne cantabrique, pourraient faire croire qu'il y a aussi quelques petits lambeaux d'un autre terrain carbonifère appartenant à l'époque dévonienne. Peut-être que mon ami M. de Verneuil fera cette année une autre course à Sabero, et j'ai l'espoir que nos idées se rapprocheront un peu, parce que nous ne cherchons l'un et l'autre que la vérité.

Séance du 7 juin 1852.

PRÉSIDENCE DE M. VIQUESNEL, *vice-président.*

M. Delesse, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Louis BELTREMIEUX, membre de la Société d'histoire naturelle de La Rochelle, à La Rochelle (Charente-Inférieure), présenté par MM. Coquand et Bayle.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de l'intérieur, *Les Steppes de la mer Caspienne, le Caucase, la Crimée et la Russie méridionale. Voyage pittoresque, historique et scientifique*, par M. Xavier Hommaire de Hell. — Texte : in-8, t. II, la fin, p. 529 à 598; t. III, la fin, p. 145 à 507. — Atlas : in-f°, livraisons 19 à 22 et dernières. Paris, 1844 et 1845, chez P. Bertrand.

De la part de M. Théod. Gümbel, *Die fünf*, etc. (Recherches pour ramener à un même type primitif les différentes formes cristallines); in-8, 19 p., 1 pl. Landau, 1852, chez Ed. Kauhler.

De la part de M. W. Hopkins, *Address*, etc. (Discours prononcé à la séance anniversaire de la Société géologique de

Londres, le 20 février 1852, par M. W. Hopkins, président de la Société); in-8, 64 p. Londres, 1852.

— *On the causes*, etc. (Des causes qui ont pu produire des changements dans la température superficielle de la terre) (extr. du *Quart. Journ. of the geolog. Soc. of London*, février 1852, vol. VIII); in-8, p. 56 à 92, 1 carte. Londres, 1852, chez Richard Taylor.

De la part de M. P. John Martin, *On the anticlinal line*, etc. (De la ligne anticlinale des bassins de Londres et du Hampshire) (extr. du *Philos. Magaz.*, vol. II, 1851); in-8, 62 p. Londres, 1851, chez Richard Taylor.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1852, 1er sem., t. XXXIV, nos 20 à 22.

L'Institut, 1852, nos 959 à 961.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, no 44, 5e année, avril 1852.

Bulletin de la Société de géographie, 4e sér., t. III, no 15, mars 1852.

The quarterly Journal of the geological Society of London; vol. VIII, part. II, mai 1852, no 30; in-8.

The Athenæum, 1852, nos 1282 à 1284; in-4.

Transactions of the Cambridge philosophical Society; vol. IX, part. II. Cambridge, 1851; in-4.

Naturw. Abhandlungen, etc. (Mémoires d'histoire naturelle réunis et publiés par M. G. Haidinger), vol. IV, in-4. Vienne, 1851.

— *Berichte*, etc. (Rapports sur les communications faites par les amis des sciences naturelles de Vienne, réunis et publiés par M. G. Haidinger); vol. VII et dernier, nos 1—6, 8, 10—11, janv. à juin, août, oct. et nov. 1850. Vienne, 1851; in-8.

M. Delesse donne lecture d'une lettre par laquelle M. le docteur Désoudin propose, tant en son nom qu'au nom des autres membres de la Société habitant la Moselle, que la Société géologique tienne à Metz sa réunion extraordinaire en 1852.

M. le Président consulte à ce sujet la Société.

La Société décide que la réunion extraordinaire de l'année 1852 aura lieu à Metz.

Elle fixe ensuite l'époque de la réunion au 5 septembre prochain.

M. Delesse donne lecture d'une lettre de M. de Dechen, qui l'invite à faire savoir à la Société géologique que la réunion des naturalistes allemands a lieu cette année à Wiesbaden, du 18 au 25 septembre, en sorte qu'il sera facile d'assister aux deux réunions.

M. Deshayes communique de la part de M. Terquem la note suivante :

Note sur un Oscabrion fossile du terrain liasique du département de la Moselle, par M. Terquem.

L'observation publiée (1) par M. Eudes Deslonchamps, sur l'oscabrion de Langrune (grande oolite), a démontré que ce genre, dont la présence n'avait été constatée jusqu'alors que dans les terrains de transition et tertiaires, se trouve également dans les terrains jurassiques.

M. Deslonchamps rapporte l'opinion de M. de Koninck, et pense avec lui (2) « qu'il est probable qu'en se livrant à des re-
» cherches minutieuses, on parviendra à constater la présence de
» l'oscabrion dans les terrains secondaires ; car il n'est pas possible
» d'admettre qu'il ait été éteint pendant la longue période durant
» laquelle ces terrains ont été déposés. »

En comblant la lacune signalée, nous sommes heureux de pouvoir confirmer pour le lias, d'une part les prévisions de M. de Koninck, et d'une autre l'observation produite par M. Deslonchamps, pour l'oolite inférieure.

Il y a quelques années, on pratiqua à Thionville un dragage pour l'établissement d'un pont ; cette opération amena des plaques de sulfure de fer de très grande dimension ; elles furent recueillies par M. le docteur Van der Bach, qui en donna une au cabinet de la ville de Metz, et nous transmit de nombreux débris ; une de ces plaques a été récemment envoyée au jardin des Plantes de Paris.

Jusqu'à ce jour ces masses de sulfure n'ont été considérées que comme un fait très remarquable dans la formation, bien que leurs surfaces fussent couvertes par une quantité nombreuse de fossiles, principalement de petits gastéropodes.

---

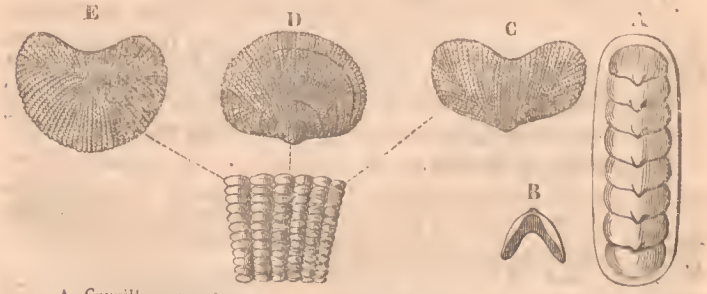
(1) *Mémoires de la Société linnéenne de Normandie*, p. 153 et suivantes.

(2) *Animaux fossiles du terrain carbonifère de la Belgique*, p. 321.

Nous y avons reconnu *Belemnites niger*, *Turbo cyclostoma*, *Turbo semiornatus*, *Cerithium*, *Chemnitzia*, *Tornatella*, *Trochus*; *Arca cardium*, *Cypricardia*, *Lima*, *Pecten*, *Ostrea*, Foraminifères, etc.; tous fossiles pétrifiés par de la marne sulfureuse ou par le sulfure qui leur a conservé leurs ornements les plus délicats.

En étudiant ces fossiles, nous remarquâmes plusieurs fragments qui, par leur forme, leur épaisseur et leurs ornements nous paraissaient ne pouvoir se rapporter à aucune coquille connue dans le lias. Stimulés dans nos recherches, nous trouvâmes une partie plus complète, bombée dans le milieu, coupée carrément sur les côtés, un peu acuminée d'une part et excavée de l'autre. Avec quelque hésitation, notre pensée se porta sur l'oscabrion, et bientôt le doute ne nous fut plus permis en découvrant des pièces isolées, appartenant aux différentes parties de la coquille. Chacun de nos morceaux de sulfure, et sur les deux faces, montrèrent de ces pièces. La grande plaque de notre musée en renferme plusieurs; et, d'après cela, il est à présumer que celle du jardin des Plantes en doit contenir également.

Il est donc évident que l'oscabrion vivait à l'époque liasique, et par la quantité de pièces que nous avons trouvées, au nombre de plus de vingt, nous avons pu reconnaître que plusieurs individus au moins, existaient en ces points. Il nous a été démontré également que toutes ces pièces devaient se rapporter à une seule et même espèce. Connaissant les parties antérieure et postérieure, et celles intermédiaires, nous avons été à même de reconstituer la coquille en son entier, et nous nous sommes permis de la dédier à l'éminent paléontologiste, qui, dans sa constante bienveillance, a bien voulu nous guider dans nos travaux et dans nos recherches.



A. Coquille restaurée.
B. Pièce de grandeur naturelle, vue en dedans.
C. La même, vue en dessus, grossie deux fois et demie.
D. Pièce postérieure grossie, cassée antérieurement, deux fois et demie.
E. Pièce antérieure, grossie deux fois et demie.

Oscabrion de Deshayes. — *Chiton Deshayesi*, Tqm.

C. testa septem vel octo valvata, elongata, crassa, fragili, stricte et omnino radiatim striato-punctata.

Longueur d'une pièce médiane. . .	5 millimètres.
Largeur.	8 millim.
Longueur totale (présumée), de 35 à	40 millim.

Habitat : Assez abondant sur les plaques de sulfure de fer des marnes feuilletées, lias moyen. Thionville.

Cette coquille se compose de 7 à 8 pièces, épaisses, d'une fragilité extrême et éclatant comme du verre ; l'arête dorsale, ordinairement bien indiquée dans l'oscabrion vivant, est, dans le fossile, confondue par ses ornements avec le reste de la coquille ; elle n'est sensible que par les mamelons qui ornent toutes les pièces ; celles-ci, sauf l'antérieure et la postérieure, sont un peu acuminées en arrière, légèrement excavées en avant, et coupées carrément sur les côtés; toutes sont également ornées de stries fines, serrées; noduleuses, comme ponctuées; parallèles sur le dos et une partie des côtés, puis divergentes sur le bord postérieur ; les nervures internes sont très saillantes et bien plus prononcées que dans l'espèce qui vit sur les côtes de la Bretagne. L'ensemble donne une forme étroite et allongée, qui présente plus d'analogie avec celle des oscabrions du terrain carbonifère, qu'avec celle des oscabrions vivants, qui en général possèdent une disposition ovoïde. Toutes les pièces sont calcaires, le plus souvent engagées dans le sulfure, ou attachées par leur surface interne, d'une couleur brune, et très reconnaissables par les dessins qui les ornent.

M. Vilanova fait la communication suivante :

Note sur un gisement de baryte sulfatée, ou pour mieux dire, *Considérations géologiques sur le gisement de baryte sulfatée de Laize-la-Ville* (*Calvados*), par M. Vilanova, professeur de géologie à Madrid.

Lors de mon premier voyage dans la Normandie, en 1850, mon ami, le savant professeur de géologie de l'Académie de Genève, M. Favre, me fit remarquer à la carrière de M. Lebrethon, dans la commune de Laize-la-Ville, à peu près à deux cents pas du pont qui est sur la Laize, dans la route de Caen à Condé, un fait très curieux et tout à fait nouveau pour moi, c'est-à-dire le

gisement en question. Mais alors M. Favre et moi nous nous bornâmes à faire quelques observations sur lesquelles je reviendrai ultérieurement, et à prendre quelques échantillons de la roche. Ce n'est que plus tard que je me suis décidé à retourner à Laize-la-Ville pour étudier ce gisement d'une manière plus attentive. J'ai exploré ce gisement la boussole à la main, afin de déterminer d'une manière précise la direction et l'inclinaison des différentes couches et tous les accidents qui s'y rattachent. J'ai recueilli en outre sur place une série d'échantillons de chacune des nombreuses couches dont ce gisement se compose, dans le but de donner la preuve la plus évidente de leur existence, et, après avoir réuni tous ces matériaux et tous ces documents, je me suis décidé à rédiger la note dont j'ai maintenant l'honneur de donner lecture. Mais, afin de ne pas usurper des droits acquis, j'ai cru devoir examiner les annales de la Société linnéenne de Normandie.

J'ai reconnu que, le 8 juin 1848, M. Morière a donné connaissance à la Société linnéenne de Caen du gisement en question. Mais quoique M. Morière ait découvert ce gisement, il ne l'a considéré pour ainsi dire que minéralogiquement; il restait donc à l'étudier géologiquement. Il faut dire cependant que M. Morière a émis son opinion sur l'âge relatif du gisement; mais comme M. Favre et moi nous ne sommes pas du même avis, il convient de faire rapidement une analyse du mémoire de M. Morière.

Ce mémoire se compose de trois parties. Dans la première l'auteur décrit le calcaire-marbre de l'époque silurienne, dont une partie est occupée par le gisement en question. M. Morière commence cette partie par quelques lignes de l'ouvrage de M. de Caumont sur la topographie géologique du Calvados, relatives au calcaire-marbre que cet auteur rapporte à la période comprise entre la grauwacke et le grès schisteux, qui forme trois bandes dans le département du Calvados. Ensuite, M. Morière donne quelques détails sur les applications de ce calcaire-marbre, en indiquant les efforts que plusieurs négociants de Caen ont faits pour son exploitation. M. Morière finit cette partie de son mémoire par la coupe de la carrière dite de M. Lebrethon, dans laquelle ce gisement en question se trouve placé, et par l'indication par analogie de l'âge relatif de la baryte dans cette localité.

La deuxième partie de ce mémoire est consacré à faire la description minéralogique des différentes variétés de cette substance. L'auteur a donné ici des preuves évidentes de ses connaissances approfondies sur la cristallographie, citant toutes les formes variées que le sulfate de baryte offre dans ce gisement, dont la composition

chimique a été constatée par l'analyse que lui-même a faite de cette substance.

M. Morière consacre la troisième partie de son mémoire à l'indication des applications de la baryte sulfatée.

Maintenant voici ce que j'ai vu dans la carrière de M. Lebrethon, à Laize-la-Ville; d'abord une grande et puissante masse de calcaire-marbre en exploitation, dans lequel, d'après les ouvriers, on trouve des débris de fossiles, quoique fort rarement. Ce calcaire offrirait, selon M. Morière, une véritable stratification. Les couches auraient la même direction que le gisement de baryte.

Dans une fente de ce calcaire-marbre, dans sa partie la plus élevée, ayant à peu près 2 mètres à 2m,50, se trouve le gisement qui fait l'objet de cette note et dans lequel le sulfate de baryte se présente sous tous les états possibles. Le catalogue ci-joint donnera une idée exacte des différents états sous lesquels la baryte se présente. La fente offre la direction de N.-O. à S.-E., et les couches sont inclinées de 25° à peu près.

Relativement à ce gisement de baryte sulfatée, il y a deux questions à résoudre : la première est celle de son mode de formation ; la deuxième est celle de son âge.

a. Terre végétale.
b Couches à galets de silex.
c. Fente occupée par 15 couches de baryte.
d. Calcaire-marbre de l'époque silurienne.

Quant à la première de ces questions, je crois pouvoir me décider pour l'origine sédimentaire plutôt que pour la formation par la voie chimique, sans que je puisse me rendre compte de la dissolution de la baryte. L'aspect et l'allure de ce gisement indiquent un dépôt sédimentaire, dont la formation a offert des époques différentes, tantôt calmes, tantôt agitées. La présence de diverses couches plus ou moins terreuses, l'existence d'une couche dans laquelle la baryte se présente mamelonnée, et surtout la présence de la couche de conglomérat, dont la base ou ciment qui empâte les grains quartzeux est évidemment la baryte sulfatée, sont autant de

preuves pour l'origine sédimentaire de cette substance dans le gisement en question.

Quant à l'époque à laquelle on doit rapporter ce gisement, contrairement à l'opinion de M. Morière, je crois qu'il est plutôt de l'époque silurienne que de l'époque du terrain jurassique. Cette opinion appartient d'ailleurs pour ainsi dire à M. Favre de Genève. En effet, si l'on admet que ce soit un véritable dépôt sédimentaire, il est beaucoup plus naturel d'admettre qu'il s'est formé dans un tout petit bassin de calcaire silurien, et que le dépôt a été dérangé ou soulevé à la même époque et de la même manière que le calcaire silurien sur lequel il s'est formé; d'autant plus que la division et l'inclinaison s'accordent parfaitement. Cette opinion est plus naturelle que celle d'admettre que ce soit une fente du calcaire-marbre, remplie postérieurement au soulèvement de celui-ci. Pour admettre cette dernière manière de voir, la seule possible du reste pour qu'on puisse rapporter ce gisement à l'époque jurassique, il fallait expliquer la régularité de ce dépôt dans lequel chaque couche a une épaisseur uniforme dans toute son étendue; et, à peu de chose près, toutes les couches ont la même épaisseur entre elles.

En résumé, le gisement de baryte sulfatée de Laize-la-Ville offre un exemple d'un dépôt sédimentaire de cette substance, et on doit le regarder d'un autre côté comme le gisement le plus ancien de tous ceux que l'on connaisse aujourd'hui.

M. d'Archiac fait observer que la baryte sulfatée de la Bourgogne est accompagnée de fossiles, ce qui permet de préciser son âge.

MM. Hébert, Boubée, Gaudry et Delesse ajoutent que l'on ne saurait douter que la baryte sulfatée ne résulte d'un dépôt sédimentaire, d'après la manière dont elle est associée aux fossiles du lias; elle pourrait toutefois provenir de filons ou de sources minérales.

M. J. Delanoüe prie M. Vilanova de vouloir bien expliquer ce qu'il entend par des couches de sulfate de baryte, car, d'après lui, jusqu'à présent la barytine ne paraît constituer nulle part de véritables couches stratifiées, mais seulement des dépôts locaux, des filons, des bandes zonaires, souvent fort épaisses, dans des fentes et cavités de toute nature. Il considère le sulfate de baryte comme une substance épigénique qui est venue remplir après coup les cavités préexistantes, et qui

avait pour véhicule les eaux thermales et pluviales anciennes. Voici, dans ce dernier cas, *un des procédés* que la nature a dû employer :

Certains terrains contenaient la baryte à l'état de carbonate et autres combinaisons faibles : c'est ainsi que l'oolite inférieure de Nontron la renferme encore à l'état d'hydrate ou de manganite. La décomposition des pyrites contenues dans les étages supérieurs a nécessairement donné naissance à un sulfate ferrique soluble, qui s'est converti en sulfate barytique dès que l'eau l'a fait pénétrer dans ces terrains barytifères. Ce qui le prouve, c'est l'absence, aujourd'hui, de la baryte dans les parties poreuses des manganèses de ce terrain, le lessivage y ayant été complet.

Lorsque le sulfate barytique remplit des fentes parallèles à la stratification, il y forme de *fausses-couches :* c'est là probablement ce qu'a observé M. Vilanova. Lorsque le sulfate barytique est descendu cimenter des roches altérées, ou naturellement poreuses, comme les granites et arkoses d'Avallon et de Thiviers (Dordogne), la roche reprend (mais sur certains points seulement) une texture compacte, qui nous a fait croire quelquefois, comme à M. Hébert, mais à tort, que le sulfate barytique était un élément contemporain de la roche. Lorsque les anciennes eaux thermales ont versé leurs produits dans le bassin des mers, le sulfate barytique a pu se confondre alors avec les dépôts stratifiés neptuniens, mais ce fait n'a jamais été que local et accidentel.

Le sulfate barytique reproduit aussi les fossiles détruits, de même qu'il semble reproduire des couches ou des roches altérées. On le voit se mouler à Alençon, à Avallon et surtout à Nontron, pendant toute la période du lias, dans les cavités laissées par des Calamites, des Gryphées, des Tellines et surtout des Bélemnites. Le Muséum possède de belles séries de ces roches, dans lesquelles il est souvent fort difficile de découvrir le chemin qu'a suivi le sulfate barytique pour y pénétrer; mais la formation épigénique de ce sulfate barytique y est aussi évidente et incontestable que l'antériorité du ligneux et du test calcaire dont on ne voit plus aujourd'hui que les pseudomorphoses.

Séance du 21 juin 1852.

PRÉSIDENCE DE M. VIQUESNEL, *vice-président.*

M. Delesse, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Maurice de GRÜNEWALDT (le docteur), à Kriekew (Esthonie), présenté par MM. Ed. Collomb et Michelin;

LOUVET, maître de pension, à Remalard (Orne), présenté par MM. Bachelier et Saemann;

PERRON (Eugène), conservateur du Cabinet d'histoire naturelle, à Gray (Haute-Saône), présenté par MM. Four et Renoir.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, mai 1852; in-4.

De la part de M. Gustave Cotteau, *Études sur les Échinides fossiles du département de l'Yonne;* 9e et 10e livraisons, p. 137 à 168, pl. 17 à 20. Auxerre, 1852; in-8.

De la part de M. A. Favre, *Sur la présence de la craie blanche dans les Alpes de la Savoie, ou plutôt à la jonction des Alpes et du Jura* (tiré de la *Bibl. univers. de Genève*, 1852); in-8, 16 p., 1 pl.

De la part de M. Abel Transon, *Essai d'une description géologique de l'île de Jersey* (extr. des *Ann. des mines*, t. XX, 1851); in-8, p. 501 à 526, 1 pl.

De la part de M. le chevalier A. Sismonda, *Classificazione dei terreni stratificati dell Alpi tra il monte Bianco e la contea di Nizza* (extr. des *Mem. della reale Accad. delle scienze di Torino*, sér. II, t. XII); in-4, 70 p., 2 pl. Turin, 1852, impr. royale.

De la part de M. Carl Ehrlich, *Geognostische*, etc. (Voyage géognostique dans la région des Alpes du Nord-Est); in-8, 147 p., 5 pl. Linz, 1852, chez Heinrich Hübner.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1852, 1er sem., t. XXXIV, nos 23 et 24.

L'Institut, 1852, nos 962 et 963.

The Athenæum, 1852, nos 1285 et 1286.

The American journal of science and arts, by Silliman, 2e sér., vol. XIII, no 39, mai 1852. New-Haven, in-8.

Annals of the Lyceum of natural history; vol. IV, nos 10 à 12; vol. V, nos 1 à 6, juillet 1847 à février 1852. New-York; in-8.

M. Delahaye présente à la Société un échantillon d'un hydrosilicate de soude trouvé à Sablonville (près Paris), et donne lecture de la note suivante :

Note sur la soude hydrosilicatée rencontrée cimentant un amas bréchiforme dans les sables de Sablonville (près Paris), par M. N. B. Delahaye.

Messieurs,

J'ai l'honneur de déposer sur le bureau, au nom de M. Léon Krafft et au mien, un bloc de sable et de cailloux agglutiné par de la *soude hydrosilicatée*.

Ce nouveau minéral, mis au jour par une tranchée faite pour les fondations d'un bâtiment, a été rencontré dans les sables, auprès de Paris, dans une propriété où il incruste des masses considérables, à 2 mètres, ou à peu près, au-dessous de la surface du sol.

Une première visite sur le terrain m'a permis de constater que les ouvriers avaient déjà sorti de cette espèce de caverne bréchiforme plus de 10 mille kilogrammes de ce curieux produit.

Des fouilles faites avec soin dans les alentours n'ont offert aucune trace ni indice d'anciennes usines ou de puisards qui pourraient faire croire à un accident de l'industrie. Toutefois, en attendant de nouvelles recherches, je demande à rester dans la réserve que comporte une telle question. Je signale un fait; nous essaierons plus tard la théorie.

En place, la roche se montre en amas caverneux bréchiformes; les grains de sable et les fragments de cailloux sont cimentés par de l'hydrosilicate de soude. Elle est poreuse, friable, et laisse voir de nombreuses cavités remplies par des rognons volumineux, formés en entier par le minéral incrustant. Ces rognons, irrégu-

lièrement disséminés dans la masse sablonneuse, affectent l'état géodique; l'intérieur des géodes est tapissé de cristaux cubiques ou mamelonnés.

Les échantillons que j'ai l'honneur de vous présenter offrent un véritable spécimen de la matière incrustante et de la roche incrustée.

Analyse de la roche incrustée.

Sable en grains.	39,25	40,17
Argile légèrement ferrugineuse. . .	2,15	1,82
Silice à l'état soluble.	12,00	13,24
Soude.	9,00	10,04
Eau et acide carbonique.	36,40	34,62
	98,80	99,89

L'acide carbonique indiqué dans l'analyse ci-dessus provient de ce que les échantillons essayés, par M. L. Krafft et moi, avaient été préalablement exposés à l'action de l'air atmosphérique; je dois aussi ajouter que dans un premier examen sur la matière brute, nous avons constaté, mais sans dosage, des traces de chlorure et de sulfate solubles.

Analyse du centre des rognons et des cristaux.

Matière insoluble. . .	1,151
Silice soluble.	22,156
Sulfate sodique. . . .	0,246
Soude.	20,653
Sel marin.	0,453
Eau..	55,341
	100,000

Ce minéral est entièrement soluble dans l'eau; l'alcool absolu lui enlève un peu de soude caustique; la dissolution abandonnée à l'air absorbe de l'acide carbonique; il se forme du carbonate de soude, et la silice passe à l'état gélatineux.

Il est probable que c'est à un fait analogue (le lavage des eaux de pluie par exemple) que les rognons doivent leur forme arrondie, et les couches de la circonférence d'être moins solubles et plus siliceuses que celles du centre.

A l'aide de cette hypothèse on explique la concordance de l'analyse ci-dessus avec la formule $(Na\,O)^3$, $2\,Si\,O^3$, donnée par M. Fritzsche à un silicate de soude qu'il a obtenu artificiellement, bien que cette formule comporte 2 pour 100 de soude de plus que nous n'en trouvons.

Si le minéral que nous signalons à l'attention des savants se rencontrait sur d'autres points, si, au lieu d'être un accident de l'industrie, il était un fait géologique, les applications du verre soluble indiquées par MM. Fuchs et Kulmann, et celles faites plus récemment en Angleterre, deviendraient réalisables sur une grande échelle.

M. Delesse fait observer, relativement à l'intéressante communication de M. Delahaye, que la faible profondeur à laquelle se trouve cet *hydrosilicate de soude*, la structure bréchiforme de la roche qui le contient, ainsi que la présence de la soude caustique, indiquent que cet *hydrosilicate de soude* n'est pas un produit naturel. Il résulte sans doute de la décomposition, sous l'influence de la silice, d'eaux-mères contenant de la soude combinée avec des acides faibles ou facilement altérables, tels que les acides gras. On conçoit, par exemple, que les eaux contenant du savon et ayant servi au lavage dans des blanchisseries puissent donner lieu à de l'hydrosilicate de soude, en se décomposant dans un sol qui est formé de cailloux de silex, comme celui de Sablonville.

M. Élie de Beaumont lit la lettre suivante qui lui est adressée par M. le colonel Acosta, et qui est relative à la géologie de la Nouvelle-Grenade.

Guaduas (Nouvelle-Grenade), 11 avril 1851.

Monsieur et cher maître,

Me voici de retour de la Sierra *Tairona*, ou Nevada de Sainte-Marthe, où le marteau du géologue n'avait jamais pénétré. Vous savez que la géognosie de ce groupe nous était complétement inconnue. Il est vrai que M. de Humboldt, avec sa profonde perspicacité, avait deviné que cette proéminence ne pouvait pas se lier à la chaîne des Andes. Il s'était dit : La vallée de Upar qui divise ces montagnes de la chaîne de Merida, l'une des ramifications des Andes, étant très chaude, doit être très profonde, comme celle de la Madelaine; par conséquent la Sierra-Nevada doit être isolée. La base de la Sierra s'élève ici, comme partout, de la plaine; elle est complétement isolée. Vers Plato, sur le rivage de la Madelaine, la dernière dépendance de la Sierra, nommée *el alto de las minas*, qui est traversé par le chemin de Sainte-Marthe à la vallée

de Upar, n'a que 313 mètres de hauteur, d'après mes observations barométriques, et, à son pied, de vastes marais qui se dirigent vers la Madelaine attestent l'isolement de la Sierra-Nevada. Le sol de la vallée de Upar, parcourue dans sa longueur, ne m'a donné jamais plus de 200 mètres de hauteur, et, du côté de Sainte-Marthe et du Rio-de-Hacha, les couches inclinées des roches métamorphiques, dont j'ai eu l'honneur de vous parler il y a plus d'une année, sortent du sein même de la mer. Voici donc ce point de géographie physique entièrement éclairci.

J'ai fait déjà presque tout le tour de la Sierra par sa base, et je suis monté du côté du S.-E. jusqu'aux limites de la neige permanente que j'ai trouvée, par une observation barométrique, de 4687 mètres. La longueur de la crête, aujourd'hui couverte de neige et qui se dirige de l'E. à l'O., n'excède pas 4 à 5 lieues, et la hauteur du pic la plus élevée du faîte, qui est tout déchiré, ne dépasse certainement pas 5500 mètres, car la partie couverte de neige ne peut pas avoir plus de 1 kilomètre, sur une pente de 45 degrés. J'ai fait cette évaluation, placé au bord inférieur de la glace.

Voici maintenant la succession des roches cristallines, car des couches stratifiées et sédimentaires, il n'y en a pas. A la base de la montagne, veines de cuivre carbonaté vert, presque malachite dans le granite : plus haut, dykes de porphyres à pâte violette et petits cristaux de feldspath albite. Ces porphyres ont fait éruption postérieurement au soulèvement du groupe, soulèvement probablement plus ancien que celui qui leva la chaîne trachytique des Andes, car ici le terrain diluvien est horizontal. Ces porphyres violets sont déjà altérés comme le sont toutes les roches qui forment la pente et les diverses vallées inférieures de la Sierra, car jusqu'au village indien de Saint-Sébastien (voyez le profil Pl. II, fig. 3), ce sont partout des immenses amas d'argilophyres; le feldspath rose est devenu argile, et toute la roche est friable.

Du village de Saint-Sébastien, situé à 1900 mètres au-dessus de la mer, on suit le cours d'une rivière qui coule sur le granite le plus dur et le plus solide; on monte ensuite rapidement vers une branche de la chaîne presque parallèle au faîte neigeux. Celle-là a été aussi autrefois couverte de neige, car les traces d'anciens glaciers sont si apparentes, les moraines latérales et frontales, les roches granitiques, montonnées et polies, sont tellement frappantes, qu'on dirait que c'est d'hier seulement que les neiges se sont fondues. La vallée mitoyenne entre cette chaîne et la Sierra-Nevada offre un aspect désolé, mais d'une étonnante grandeur.

C'est ici que les physiciens, qui ont consacré leurs veilles à l'étude de l'action des glaces et à l'origine du terrain erratique des montagnes, trouveraient de quoi s'occuper des années. On demeure immobile d'admiration en voyant ces immenses moraines qui se combinent et s'entre-croisent comme provenant des glaciers des deux chaînes parallèles, qui envoyaient leur neige jusqu'au fond de la vallée commune. On remarque de tous côtés des blocs erratiques énormes de porphyre pétro-siliceux le plus dur, car il paraît qu'une autre éruption porphyrique a percé aussi les roches syénitiques et euritiques qui forment la plus grande partie des hauts sommets de la Sierra; mais je n'ai pas pu trouver les filons de porphyre d'où proviennent ces blocs. J'ai vu seulement des filons de granite rouge qui est venu au jour après le soulèvement de la chaîne, mais qui a dû être aussi disloqué par les affaissements postérieurs qui ont fait perdre une partie de sa hauteur à ce groupe remarquable de montagnes, dans lequel on peut tracer plusieurs directions de soulèvement.

Je vous envoie un croquis (Pl. II, fig. 2), fait sur place, de la disposition des filons de granite rouge qui devient extrêmement dur et sonore dans les salbandes. M. Lewy, qui rentre en France, a eu la bonté de se charger de cette lettre et des échantillons du granite rouge, des filons et des roches porphyriques, dioritiques, euritiques et syénitiques qui composent ces montagnes où le feldspath et l'amphibole dominent, et où le mica, disséminé, est très rare et se trouve seulement à l'état de sables micacés sur certains points.

Vous trouverez aussi un profil de la Sierra (Pl. II, fig. 1). J'ai été examiner de près le glacier qui m'a paru avoir le plus d'étendue, et que j'ai appelé glacier *Beudant*, pour honorer la mémoire du plus célèbre géologue décédé l'année dernière. Ce glacier, qui a ses crevasses et qui porte sur son dos des blocs comme celui que j'ai vu au Ruiz, dans la Cordilière centrale des Andes, ne descend pas dans la vallée; il s'arrête sur la pente, mais il est nourri par les neiges supérieures, et il laisse échapper un ruisseau d'eau limpide. Avec la chaleur du soleil (1), dans le jour, la glace fond et laisse en partie tomber des blocs, dont on entend le bruit et le roulement depuis dix heures du matin jusqu'à deux heures après midi. Ce glacier a été autrefois beaucoup plus long, car j'ai vu, à environ 2000 mètres plus bas, sur la direction

(1) Mon thermomètre, à deux heures après midi, marquait 10°,5 au soleil.

de son axe, la roche burinée et polie. Les lacs par étages sont un autre trait caractéristique de ces hautes régions. La surface de ces lacs gèle la nuit et dégèle le jour, et j'ai trouvé la température des eaux toujours de 4 degrés centigrades.

Ainsi il résulte de mon voyage : 1° que la Sierra Tairona est beaucoup moins élevée qu'on ne le croyait. M. de Humboldt la supposait de plus de 6000 mètres de hauteur, d'après des angles pris en mer. Le capitaine Cochrane, en donnant au pic le plus haut 16000 pieds anglais, a le plus approché de la vérité. Le pic pyramidal du milieu, qui est le plus élevé, ne dépasse pas la hauteur de 5500 mètres.

2° La composition géognostique, la direction de l'axe principal de la Sierra, comme son isolement bien constaté, éloignent ce groupe de toute liaison avec les Andes, et font supposer qu'il existait déjà bien avant le soulèvement des Andes.

3° Il résulte de mes observations personnelles dans l'intérieur de ces montagnes et de l'examen des cailloux roulés qu'entraînent les divers fleuves provenant de la Sierra, qu'il y a absence totale de terrain sédimentaire sur le versant oriental et méridional, et prédominance de roches feldspathiques et amphiboliques, telles que granites, eurites, syénites, diorites et porphyres de diverses couleurs, tandis que dans le versant occidental, du côté de Sainte-Marthe, ce sont les stéaschistes et les gneiss qui prédominent. J'ai découvert dans ce voyage, près de la Cienega, un calcaire bleu saccharin qui pourrait être employé comme marbre; il est en couches très inclinées vers l'O. et près de la mer; mais dans l'intérieur je n'ai pas pu trouver une seule roche sédimentaire pour me guider dans l'étude de l'âge relatif des différentes roches cristallines.

M. Delanoüe lit la notice suivante sur les terrains du Bas-Boulonnais.

Des terrains paléozoïques du Boulonnais et de leurs rapports avec ceux de la Belgique, par M. J. Delanoüe.

Il nous est difficile, souvent même impossible, de reconnaître sur le terrain les divisions établies, et surtout de faire concorder les diverses nomenclatures des auteurs. Aussi je suis heureux de pouvoir constater aujourd'hui, à mon retour d'une excursion à Boulogne, que les divisions du terrain paléozoïque de la belle carte géologique

de Belgique, par M. Dumont, paraissent s'accorder avec la théorie et avec les circonstances locales. On peut en juger par la copie suivante de sa légende :

1° *Terrains primaires.*

TERRAIN ANTHRAXIFÈRE.	SYST. HOUILLER.		Ampélite, psammite, schiste, houille. . . .	H.
	S. CONDRUSIEN. .		Calcareux, à Crinoïdes et Productus, dolomie, anthracite.	C.[1]
		Quartzo-schisteux.	Psammite grisâtre, macigno, anthracite.	C.[1]
			Schiste grisâtre, calschiste calcaire, oligiste oolitique. . . .	C.[1]
	S. EIFÉLIEN. . . .		Calcareux, calcaire et dolomie.	E.[1]
		Quartzo-schisteux.	Schiste gris, fossilifère, calschiste et calcaire argileux, oligiste oolitique.	E.[1]
			Poudingue, psammite et schiste rouge.	E.[1]
TERRAIN RHÉNAN.	S. AHRIEN. . . .		Grès, psammites et schistes gris bleuâtre. .	A.
	S. COBLENTZIEN.		Grès et phyllades gris bleuâtre.	Cb.
	S. GÉDINNIEN. . .		Poudingue, grès vert, phyllade rouge, vert ou aimantifère.	G.
TERRAIN ARDENNAIS.	S. SALMIEN. . . .		Quartzo-phyllades, phyllades ottrélitifères et oligistifères.	S.
	S. REVINIEN. . .		Quartzite et phyllades gris bleuâtre.	R.
	S. DEVILLIEN. . .		Quartzites blancs ou verts, et phyllades rouges, verts ou aimantifères.	D.

2° *Terrains geysériens.*

MÉTALLIFÈRES.	SULFURÉS. . . .	Sulfure de zinc, Zs ; pyrite et sperkise, Fs ; cuivre pyriteux, Cu ; plomb sulfuré, Pb.
	OXYDÉS.	Zinc carbonaté, Zc ; fer carbonaté, Fc ; fer hydraté, F ; fer oligiste, Fo ; manganèse oxydé, Mn.
LITHOÏDES.		Sables, Si ; argiles, Al ; barytine, Ba ; etc.

M. J. Delanoüe, après avoir tracé les lignes précédentes sur le tableau, continue en ces termes :

Vous souriez à la lecture de cette classification un peu trop originale, mais veuillez traduire en français cette nomenclature belge, et vous retrouverez les grandes coupures admises dans les terrains paléozoïques. Ainsi :

Au lieu de *terr. anthraxifère*, lisez : *terr. houiller, carbonifère, dévonien;*
——————*terr. rhénan*, —— *terr. silurien supérieur;*
——————*terr. ardennais*, —— *terr. silurien inférieur.*

M. Dumont renonce avec raison à son ancienne expression de terrain ardoisier.

On sera peut-être tenté de lui reprocher d'avoir rangé sous la même dénomination de système condrusien le *mountain limestone* et la grauwacke dévonienne ; mais en Belgique, et surtout dans la partie méridionale, ces deux étages sont si intimement liés, le

calcaire et le schiste alternent et se remplacent si souvent, qu'on ne peut en vérité blâmer M. Dumont d'avoir détaché le *mountain limestone* (son *condrusien calcareux*) du terrain houiller, avec lequel il a si peu d'analogie. Il en résulte que le terrain houiller devient un système isolé, distinct, et, du reste, parfaitement caractérisé par sa nature et sa formation particulière.

Si peu partisan que je sois du néologisme et des subdivisions nombreuses de M. Dumont, je ne puis m'empêcher d'applaudir hautement à l'heureuse idée qu'il a eue de ranger dans une classe nouvelle (*terrains geysériens*) les dépôts calaminaires qui dérivent d'un ordre distinct de phénomènes. Ces amas, fort circonscrits du reste, méritent cette mention spéciale en raison de leur multiplicité, de leur mode particulier de formation, et surtout de leur importance industrielle.

En l'absence de tout texte explicatif, j'en suis réduit à présumer que l'auteur comprend sous le nom de terrains geysériens tous les minerais calaminaires de Belgique, les fers de Maubeuge, certaines argiles réfractaires, et jusqu'à des dépôts de sulfate de baryte. M. Dumont admettrait ainsi les idées que j'ai depuis longtemps émises, et que l'on a souvent contestées, sur la géogénie des calamines et des minerais de fer et de manganèse, concrétionnés avec sables, halloysites, nontronite, etc., en amas irréguliers.

J'attribue ces dépôts (1) à d'anciennes sources thermales qui incrustaient les cavités des roches non calcaires de sulfate barytique, de fluorure calcique, de quartz et de sulfures métalliques, et élargissaient au contraire les fentes des roches calcaires qu'elles corrodaient en y déposant des oxydes et des carbonates métalliques par voie de double décomposition. La formation du sulfate barytique est peut-être plus difficile à comprendre, mais sa structure rubanée ne laisse aucun doute sur son origine. Ainsi, on a pu remarquer la forme parfaitement concrétionnée des échantillons de ce genre présentés à la dernière séance par M. Vilanova. La source thermale dans ce cas consolidait, par une incrustation de barytine, les argiles et sables de son lit; elle en remplissait les cavités des roches où elle circulait. C'est la différence de composition de ces eaux thermales qui a donné lieu aux diverses variétés de ces dépôts terreux ou métalliques.

Depuis la dernière séance, je suis allé faire avec M. Triger une excursion au nord de Marquise, et par conséquent à l'extrémité

(1) Voyez *Géogénie des minerais calaminaires*. — *Annales des mines*, 4e sér., t. XVIII, p. 455.

occidentale du bassin boulonnais-wetsphalien. Quelque superficiel qu'ait dû être notre examen, par suite du mauvais temps, nous avons pu néanmoins reconnaître combien le beau et grand travail de M. Dumont pouvait faciliter l'étude de cette contrée si intéressante et encore si peu connue. (Voyez la carte, Pl. II, fig. 6.)

En 1839, à l'époque de la réunion de notre Société à Boulogne-sur-mer, on ignorait l'existence du terrain dévonien; et lorsque, l'année suivante, M. Murchison a introduit cette nouvelle dénomination dans la science (1), il a déclaré que les roches boulonnaises étaient dévoniennes, et ne représentaient point les roches siluriennes qu'il avait cru y reconnaître l'année précédente (grès de Caradoc, Llandeilo-flag, etc.). Cependant il a persisté à signaler au nord (à Caffiers) la présence du terrain silurien. (Voyez la carte, Pl. II, fig. 6.)

M. Murchison n'appuie cette dernière opinion que sur la présence dans un schiste de Graptolites indéterminés. Mais ces singuliers fossiles ne se trouvent pas exclusivement dans le terrain silurien, et le vieux grès rouge contient d'ailleurs *toujours* des schistes ardoisiers analogues à ceux du terrain silurien; je dois donc m'en rapporter à la stratification apparente pour classer les plus anciennes roches du Boulonnais (les schistes phylladiformes des puits de Caffiers et de Landrethun) dans les assises supérieures des grès et poudingues rouges de Burnot (terrain Eifélien inférieur, E^1, de M. Dumont).

Pour se faire une idée exacte des terrains anciens du Boulonnais, il suffit de remonter jusqu'à leurs sources les ruisseaux de Blacourt et de Beaulieu, et alors on reconnaîtra les superpositions suivantes :

Les fossiles de la grauwacke de Blacourt et de Bainghen étant à peu près les plus anciens du Boulonnais, il était essentiel de les déterminer exactement. MM. d'Archiac et Jules Haime ont bien voulu le faire; ils n'y ont trouvé que les fossiles dévoniens suivants :

Terebratula prisca, Schloth.
——— *aspera*, de Buch.
Spirifer Verneuili, Murch.
Cyathophyllum Michelini, de Vern. et J. Haime.
Favosites cervicornis, Edw. et J. Haime.

Et nul vestige de faune silurienne.

Je dois signaler ici tout l'intérêt qu'il y aurait à bien étudier

(1) *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 1re sér., t. XI, p. 229.

cet étage; car il forme dans la contrée l'horizon zoologique le plus ancien et le plus constant. On le retrouve avec des caractères analogues à Givet (1), en Belgique, et en Prusse à la base du calcaire de l'Eifel. M. Dumont lui assigne une place distincte (E^2 de sa légende), non pas sans doute pour la différence de sa faune, mais en raison de sa puissance souvent considérable.

On voit clairement à Bainghen et à la Cédule apparaître sous cet étage les vieux grès et poudingues rouges de Burnot qui forment, eux aussi, un horizon excellent, mais purement stratigraphique. (Voyez la Pl. II, fig. 6.)

Il faut que l'ère dévonienne ait été inaugurée dans le nord de l'Europe par de bien nombreux et de bien violents cataclysmes, pour qu'il se soit déposé une si puissante série de ces bancs alternatifs de schistes fins et de poudingues énormes, depuis la Westphalie jusqu'en Écosse, et depuis la Bretagne jusqu'à la mer Blanche, c'est-à-dire sur tous les points à la fois de ce golfe immense dont le bassin boulonnais-westphalien n'est qu'une faible partie.

Les mines de fer des environs de Ferques sont encore peu profondes; mais elles sont intéressantes en ce sens qu'elles reproduisent, comme je le présumais (2), les caractères des dépôts calaminaires, et paraissent avoir la même origine. Ce sont, tantôt des minerais superficiels et par conséquent hydratés, peroxydés et concrétionnés, avec argiles et sables bigarrés, comme ceux de la Dordogne, et tantôt des fers carbonatés et sulfurés au milieu d'argiles bitumineuses. Partout où l'influence atmosphérique s'est fait sentir, soit jadis, soit maintenant, le soufre et l'acide carbonique ont été remplacés par l'oxygène et l'eau. On retrouve même fort souvent le carbonate ferreux encore intact au centre des zones concentriques de fer hydraté: l'épigénie est alors évidente.

Toutes les mines que j'ai visitées sont des amas irréguliers de sable, d'argile et de minerai disséminés *toujours le long des roches calcaires*, et jamais autrement. Ainsi se trouve confirmée la règle suivante que j'ai cru découvrir : *Nul dépôt calaminaire d'oxydes ou de carbonates métalliques n'est possible sans un calcaire quelconque réagissant par double décomposition sur une source*

---

(1) « Les roches de cet étage sont des schistes fossilifères, alternant avec des bancs de calcaire noir, compacte, à *Cyathophyllum*, *Spirifer Verneuili*, *Terebratula prisca*, etc. » (*Explication de la carte géologique de la France*, t. I, p. 737.)

(2) Voyez *Géogénie des minerais calaminaires*. — *Annales des mines*, 4e sér., t. XVIII, p. 455.

métallifère. Si je reviens sur cette idée toute théorique, c'est parce qu'il est bien facile de la vérifier, et que, si elle se confirme, on en tirera des déductions pratiques pour la recherche et l'exploitation de ces dépôts calaminaires qui font la richesse de la Belgique, et qui jusqu'à présent échappaient, par leur irrégularité, aux lois de la minéralurgie.

C'est aussi faute de données scientifiques plus précises que les compagnies houillères du Boulonnais ont éprouvé tant de mécomptes. A la vérité, M. Murchison leur avait dit en 1840 (1) :

« Quoique je fasse remonter quelques unes de leurs anciennes » roches d'un degré dans l'échelle géologique, je maintiens abso- » lument l'opinion que je leur ai communiquée sur l'inutilité de » leurs recherches industrielles pour y trouver de la houille. » D'abord, si le terrain dévonien contient quelques plantes; et çà » et là quelques faibles indications d'anthracite ou de matières » charbonneuses, il y en a tout juste assez pour égarer des entre- » preneurs; et nulle part on n'a pu découvrir dans ce terrain, ni en » Angleterre, ni en Allemagne, ni en Belgique, une seule couche » de combustible qui valût la peine d'être exploitée. En outre, les » strates inférieurs qu'on vient de percer dans le Boulonnais, sur- » tout ceux de Cafliers, près de Ferques, se trouvent au-dessous » des roches dévoniennes proprement dites; et au lieu d'y trouver » des plantes ou d'autres indications d'une houillère, on n'y a » découvert que des Graptolites, genre de polypiers très répandu » dans le système silurien. »

Ces conseils étaient fort insuffisants; car la houille du bas-Boulonnais n'est ni dans le terrain silurien, ni dans le terrain dévonien, mais dans le calcaire carbonifère, et la houille de cet étage donne lieu à des exploitations florissantes au nord de New-Castle et ailleurs. Mieux valait signaler aux explorateurs (comme je l'ai fait à plusieurs de mes amis) les points probables où doit se retrouver le terrain houiller proprement dit, c'est-à-dire le riche bassin d'Aix-la-Chapelle, Liége, Mons et Valenciennes.

Ce bassin dont on avait perdu longtemps la trace, parce qu'il quitte à Douai sa direction sud-ouest pour marcher au nord-ouest, vient d'être retrouvé depuis Douai jusqu'à Béthune avec tous ses faisceaux parallèles de houille maigre, demi-grasse et grasse, dans leur ordre bien connu de superposition.

Si ce bassin se prolonge, ce n'est pas dans le bas, mais dans le

(1) *Bulletin de la Soc. géol. de France*, t. XI, p. 250.

haut-Boulonnais, c'est au nord et non pas au sud de Caffiers qu'il faut le chercher. Ainsi M. Murchison a contribué à fourvoyer les explorateurs en leur signalant au delà de Caffiers et du vieux grès rouge un terrain silurien qui n'y existe pas. Il est très probable, au contraire, que c'est le terrain houiller qui *borde* le vieux grès rouge au nord de Guines, comme au nord d'Aix-en-Gohelle, de Bouchain, etc., etc.

Ce que j'ai dit de l'utilité du travail de M. Dumont, je dois le répéter, à plus forte raison, pour un plus grand ouvrage qui contient non seulement de précieux documents, mais encore le germe des plus importantes découvertes : je veux parler de la *Carte* et de l'*Explication de la carte géologique de la France*.

Ainsi ces rapports des terrains paléozoïques boulonnais et belges, dont je cherche à me rendre compte, et toutes ces recherches heureuses de houille, qui pullulent aujourd'hui depuis Douai jusqu'à Béthune (et qui, je l'espère, s'étendront bien au delà), ont pour base les données fournies par le beau travail de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont.

Ainsi, on trouve à la fin du tome premier la description de cette ride ou crête de terrain dévonien, qui borne au sud le bassin houiller de Valenciennes, et qui reparaît çà et là sur sept à huit points jusqu'à Bainghen; elle se termine par cette phrase :

« Un examen plus complet de la disposition des couches dans » cette ride, et une connaissance plus intime de la dislocation qui » relève brusquement les poudingues rouges de Burnot, immé- » diatement au sud du terrain d'Anzin, seraient les deux éléments » qui pourraient fournir le plus de lumières sur la disposition des » couches houillères dans le nord de la France, et sur la direction » à donner aux recherches dont elles sont l'objet.

Si l'on doit, après cela, s'étonner de quelque chose, c'est que l'on n'ait pas compris plus tôt que MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont indiquaient par là les limites sud du terrain houiller, et par conséquent sa direction, aujourd'hui reconnue, sur Douai, Béthune, etc.

Quant à la probabilité de retrouver de la houille au sud de Marquise et de Douai (ainsi qu'on y a si souvent pensé), je ne puis guère l'admettre, et voici pourquoi. La faille qui a relevé en France les grès et poudingues rouges au niveau du terrain houiller se prolonge en Belgique (à Binch, etc.) avec une grande régularité, comme le remarquent très bien MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont. Cette première zone est suivie en Belgique (à Merbes-le-Château, etc.) d'une seconde bande semblable et parallèle, qui

probablement se poursuit aussi en France jusque dans le Boulonnais, et doit exclure ainsi le terrain houiller, ou du moins l'espérance de sa proximité.

Cet aperçu, du reste, a pour but de piquer votre curiosité plutôt que de la satisfaire. Aussi terminerai-je en invitant les géologues à revoir les terrains paléozoïques du Boulonnais, dont l'étude est si peu avancée, malgré leur proximité de Paris et de Londres, malgré la fréquence de leurs coupes et l'abondance de leurs fossiles.

De l'examen comparatif de cette contrée et du reste du bassin boulonnais-westphalien, il ressortira sans doute des lumières inattendues pour la découverte et l'exploitation des marbres, des houilles, des minerais métalliques et des argiles figulines ou réfractaires qui enrichissent aujourd'hui la Belgique, et qui feront un jour aussi la fortune des environs de Marquise.

M. le secrétaire lit une note de M. Raulin sur les terrains tertiaires de l'Aquitaine.

Note relative aux terrains tertiaires de l'Aquitaine, par M. Vor Raulin.

Si, pour qu'il y ait progrès dans les sciences, il faut que chacun signale les erreurs qu'il aperçoit, à mesure qu'elles surgissent, afin de les empêcher de prendre racine et de passer un peu plus tard pour des vérités, je ne dois pas garder le silence après la publication, faite en avril dernier, du 2e fascicule du tome II du *Cours élémentaire de paléontologie* et du tome III du *Prodrome de paléontologie*. Je n'ai certainement pas l'intention de relever les erreurs qui pourraient avoir été commises dans la répartition des fossiles tertiaires du Sud-Ouest, entre les divers étages adoptés par M. d'Orbigny. Dans un ouvrage où se trouvent énumérées et classées environ 18,000 espèces, il serait prodigieux que quelques unes n'eussent pas été déplacées ; les rectifications de ce genre ne doivent le plus souvent être l'objet que de communications privées entre les lecteurs et l'auteur de l'ouvrage, qui en tire parti dans l'édition suivante de son livre, ou dans un supplément. Mais il n'en est plus ainsi lorsqu'il s'agit de vues d'ensemble, ou de classifications de dépôts renfermant un assez grand nombre de fossiles ; la publicité devient indispensable pour les rectifications proposées par les géologues qui habitent les pays décrits, et qui, à plusieurs reprises, ont essayé d'en faire connaître la constitution géologique.

Il y a dans le *Cours élémentaire* des vues théoriques plus ou moins différentes de celles que j'ai émises; mais, comme il n'en est pas fait d'applications au Sud-Ouest de la France, je ne crois pas opportun de les discuter; je veux me renfermer exclusivement dans le domaine des faits. Je n'aurais pu présenter seul les observations qui vont suivre, car si j'ai beaucoup étudié le bassin hydrographique de la Gironde, je n'ai vu que trop superficiellement celui de l'Adour, pour pouvoir entrer dans des détails à son égard; mais j'ai un confrère qui connaît bien ce dernier et qui me prête son concours; c'est M. Delbos, qui me permet en outre d'examiner avec lui ses collections de fossiles de Salles (Gironde), de Saubrigues (Landes) et d'Orthez (Basses-Pyrénées), à l'aide desquelles nous espérons parvenir à démontrer l'existence d'un certain nombre d'espèces sub-apennines dans l'Aquitaine.

1° *Extension des terrains.* — M. d'Orbigny en parlant (*Cours*, p. 699) de l'extension des mers tertiaires dans l'Aquitaine, qu'il désigne sous le nom de *bassin pyrénéen*, dit que leur limite orientale partant de Royan, passait par Blaye, Libourne, Marmande, Nérac, Condom, Aire et Pau, puis la chaîne des Pyrénées par laquelle ce bassin communique avec celui de la Méditerranée. Ceci est très vrai (sauf pour Aire), puisque les dépôts tertiaires qui existent à l'E. de cette ligne ont été exclusivement formés dans les eaux douces; mais ce qui est incompréhensible, c'est que la carte insérée à la page suivante fasse abstraction complète de ces derniers, et représente, comme surface continentale formée par les terrains crétacés, une grande partie du pays situé à l'E. de la ligne tirée de Bergerac à Condom et Pau. Pourtant entre cette ligne et une autre qui, partant de la première de ces villes, passerait par Cahors, Montauban, Albi, Carcassonne, et irait rejoindre Pau en longeant le pied des Pyrénées, il y a une vaste surface exclusivement tertiaire, qui forme au moins le tiers de celle de l'Aquitaine. Cette surface n'était pas continentale, car ses terrains tertiaires se lient par alternances et par passage latéral à ceux qui sont figurés sur la carte, à l'O. de la ligne précitée; ils en sont la continuation, le prolongement immédiat. Ces dépôts ne sont pas de légères plaques laissant apercevoir partout au-dessous d'elles les terrains plus anciens; car ces derniers n'apparaissent nulle part dans le fond des grandes vallées. Les sondages artésiens d'Agen et de Toulouse, qui ont été poussés dans ces deux villes à des profondeurs de 118 et de 134 mètres, sans avoir traversé entièrement les terrains tertiaires, montrent qu'ils y ont des épaisseurs qui dépassent 295 et 309 mètres. Sur les confins orientaux du dépôt, à Castres, dans le

département du Tarn, leur épaisseur dépasse encore 150 mètres.

2° *Terrain éocène à Nummulites* (*Suessonien*). — M. d'Orbigny dit (*C.*, p. 707) que la mer dans laquelle il s'est déposé avait une circonscription peu différente de celle de la mer crétacée. Pourtant sa configuration était loin d'être semblable, puisque la craie n'a pas été recouverte par elle à l'E. d'une ligne droite tirée de Royan à Pau. En effet, la craie est immédiatement recouverte par des assises beaucoup plus modernes à Villagrain, à 3 myriamètres au S. de Bordeaux, et à Roquefort au N.-E. de Mont-de-Marsan. Je ne vois pas non plus sur quoi est basée cette assertion, par deux fois répétée plus loin, que cette mer a recouvert partout la chaîne des Pyrénées; le terrain à Nummulites, bien loin de se trouver sur les points culminants de la chaîne, dans la moitié orientale, à l'E. de la vallée de la Neste, n'existe que sur la partie inférieure des pentes, tant sur le versant français que sur le versant espagnol; au lieu de couronner les sommités de la Pique d'Estot, à 3,141 mètres, ou du Canigou, à 2,788 mètres, ce terrain dans les Corbières, demeure bien au-dessous des sommets, qui, au pic de Bugarach et au mont Tauch, n'ont cependant que 1,230 et 879 mètres.

M. d'Orbigny (*C.*, p. 715), après avoir rappelé la découverte que lui et moi nous avons faite de l'étage nummulitique sur trois points de la côte, à l'embouchure de la Gironde, ajoute que *celui-ci paraît occuper, sous les étages parisien et falunien, tout le bassin de la Gironde et de l'Adour.* Personne pourtant, jusqu'à ce jour, n'a trouvé un seul fossile de cet étage sur un point quelconque du bassin de la Gironde, excepté au pied des Pyrénées, dans la bande comprise dans le bassin méditerranéen. M. d'Orbigny dit encore (*C.*, p. 743) que l'étage parisien de Blaye *paraît reposer en couches concordantes sur les couches suessoniennes de Royan, que le creusement de puits a fait retrouver, ainsi que les couches parisiennes de Blaye, jusqu'au-dessous de Bordeaux.* Pourtant M. d'Archiac avait rappelé en 1849 (1) que : « Nous ne connaissons pas le *substratum* » du calcaire grossier de Blaye, qui plonge au S., au S.-E. et au » S.-O., bien au-dessous du fond des vallées. Au N. la superposi- » tion est masquée par des marais et au N.-E. par la mollasse. » Il n'est pas complétement démontré que l'on ait atteint l'étage suessonien dans le sondage de Beychevelle; il est certain que des couches marines de cet étage n'ont pas été rencontrées dans le sondage de Peujard. Quant à celui de Bordeaux, au-dessous du calcaire grossier de Saint-Macaire (étage tongrien), il n'a montré

(1) *Histoire des progrès de la géologie*, t. II, p. 700.

que des alternances d'argiles, de marnes et de sables sans fossiles. Où est donc pour les paléontologistes la preuve que les couches parisiennes de Blaye et les couches suessoniennes de Royan y existent? J'admets bien, moi, qu'une partie des argiles, des marnes et des sables d'eau douce qui continuent à l'E. les dépôts marins, et qui comblent le fond de l'ancien golfe situé entre le Plateau central et les Pyrénées, peut et doit représenter les deux étages précités, mais c'est là une opinion que je suis seul encore à partager avec M. Constant Prévost.

3° *Terrain miocène inférieur* (*tongrien*). — La mer dans laquelle il s'est déposé au lieu de s'avancer au N. et au N.-E. à Lesparre, Bergerac et Nérac, était limitée par une ligne qui ne dépasse pas le confluent de la Garonne et de la Dordogne, Sainte-Foy et Sainte-Bazeille, au-dessous de Marmande. On n'en connaît plus de traces dans la partie située au S.-E. d'une ligne qui joindrait cette ville à Saint-Sever; tous les dépôts marins qu'on y rencontre appartiennent aux faluns qui, au S.-E. de cette ligne et au S. de Dax, débordent de beaucoup les dépôts tongriens. Je n'ai pu découvrir de dépôts marins de ce dernier âge à Condom et à Gondrin, dans le département du Gers (*C.*, p. 767); les seuls visibles dans le voisinage de ces deux localités appartiennent aux assises supérieures des faluns, pas même à celui de Léoguan qui repose directement sur l'étage qui m'occupe. C'est par erreur aussi qu'il est dit (*C.*, p. 781) : *qu'on voit les faluns jaunes succéder régulièrement, surtout à Saint-Justin, aux dernières couches du calcaire à Astéries ou des faluns bleus;* dans cette localité, ainsi que je l'ai établi (1), il n'y a au-dessous du sable des Landes qu'un seul falun, dont on ne voit même pas les couches les plus inférieures dans le lit de la Douze; c'est le falun de Mérignac ou de Bazas d'après les dénominations adoptées, soit par M. Delbos, soit par moi.

M. d'Orbigny annonçant (*C.*, p. 765) qu'il range le calcaire à Astéries de M. Delbos dans l'étage tongrien, il est fâcheux que, sur huit espèces citées, les deux plus abondantes et les plus caractéristiques, les *Echinocyamus piriformis* et *Asterias lævis*, se trouvent dans l'étage parisien A du calcaire grossier. S'ils avaient été mis dans le supérieur B, on pourrait au moins supposer que l'auteur a adopté ma manière de voir et partage avec moi le calcaire à Astéries en deux, l'un éocène (parisien B), et l'autre miocène inférieur (tongrien).

4° *Terrains miocènes moyen et supérieur* (*falunien*) *et pliocène*

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. V, p. 117. 1848.

(*subapennin*). Les mers dans lesquelles se sont déposés les divers étages de faluns au lieu de ne plus recouvrir *que le dedans des parties occupées par la mer tongrienne* (*C.*, p. 708), débordaient de beaucoup l'emplacement de cette dernière au S. de Sainte-Bazeille, dans la partie orientale. En effet, s'écartant peu, vers le N.-E. de la ligne suivie aujourd'hui par la vallée de la Garonne, les dépôts marins dépassent le confluent du Lot, Nérac et Condom sur la Baïse. Plaisance dans le voisinage de la vallée de l'Adour supérieur ; d'après M. Delbos ils s'avancent à Orthez sur le Gave de Pau, et presque à Bayonne sur l'Adour inférieur.

Avec tous les géologues qui n'ont pas récemment étudié les terrains tertiaires de l'Aquitaine, M. d'Orbigny continue de réunir dans un même étage tous les faluns proprement dits du bassin de la Gironde ; il confond en une seule liste les espèces provenant des divers dépôts. Pourtant, aux points de vue stratigraphique, paléontologique et même géographique, les dépôts appartiennent à trois assises bien distinctes, qu'il est toujours très facile de reconnaître par leurs fossiles, en grande partie spéciaux. En 1848, après deux années d'explorations, j'étais arrivé à distinguer stratigraphiquement deux grands étages de falun : celui de *Léognan*, inférieur au calcaire d'eau douce gris de l'Agenais et de Saucats, et celui de *Bazas* qui est supérieur à ces mêmes calcaires, et que je considère toujours comme le seul représentant exact de ceux de la Touraine. M. Delbos, qui avait étudié les fossiles, était arrivé de son côté, en même temps que moi, à des résultats identiques ; il les désignait par des noms tirés en partie d'autres localités : l'inférieur sous celui de *Mollasse ossifère et à Echinides* (1), *et falun de Léognan et de Saucats* ; le supérieur sous celui de *falun de Mérignac*.

En 1848 nous rattachions tous deux à la partie supérieure du falun de Bazas et de Mérignac celui qui existe à Salles, sur les bords de la Leyre, dans le centre des Landes, le croyant au-dessous du calcaire d'eau douce de Bazas. Pourtant M. Delbos n'oubliait pas de rappeler (2) que ce dépôt renferme un certain nombre

(1) Je transcris ici un passage d'une note manuscrite que vient de me remettre M. Delbos : « Les mollasses ossifères de la Gironde ne » doivent être distinguées des faluns de Léognan que comme simple » assise. Cette distinction repose sur des différences à peu près de » même valeur que celles en vertu desquelles le falun de Léognan se » sépare de l'inférieur de Saucats, qui est placé au-dessous du calcaire » d'eau douce. »

(2) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. V, p. 427.

d'espèces du terrain subapennin du bassin du Pô. Je n'avais pas encore visité Salles, mais lorsque je trouvai dans les environs de Gabaret (Landes) et de Manciet et d'Eause (Gers) des dépôts marins à la base du sable des Landes, j'admis de suite qu'ils doivent être supérieurs au calcaire d'eau douce de Bazas, et que le terrain subapennin dans l'Aquitaine comprend le falun de Salles qui gît au-dessous du sable des Landes que M. d'Orbigny, avec tous les géologues, regarde comme appartenant bien à ce dernier terrain. Je pensai alors que la distribution des fossiles dans le terrain pliocène de l'Aquitaine était semblable à celle des espèces des sables de Fontainebleau du bassin de Paris, lesquelles n'occupent que quelques lits à la base, tandis que la plus grande partie de l'assise est formée par des sables très purs, déposés bien certainement dans les eaux de la mer, mais sans traces évidentes de celle-ci.

Les dépôts fossilifères énumérés par M. d'Orbigny aux environs de Bordeaux (*C.*, p. 778) se répartissent ainsi dans les trois étages que nous y distinguons : au premier appartiennent Saint-Médard, Gradignan, Léognan et les couches inférieures de Saucats; au second, Mérignac, Martillac, Labrède et les couches supérieures de Saucats; au troisième, Salles seulement. Pour mettre en lumière ce que j'ai avancé, que la plupart des espèces abondantes sont différentes dans chacune des trois assises, j'ai déterminé les espèces de Léognan et de Mérignac que possède la Faculté des sciences de Bordeaux, et conjointement avec M. Delbos, celles qu'il a recueillies à Salles. Dans le tableau suivant je donne les principales espèces; les noms de celles qui sont communes à plusieurs étages se trouvent les premières ou sur une ligne spéciale, les noms de celles qui sont particulières viennent ensuite; j'ai mis en italiques ceux des espèces que nous avons cru ne pouvoir rapporter qu'à des fossiles classés par M. d'Orbigny lui-même dans l'étage subapennin.

GENRES.	LÉOGNAN.	MÉRIGNAC.	SALLES.
Operculina.	Complanata d'O.		
Nummulina		Lenticularis d'O.	
Pocillopora		Raristella d'O.	
Explanaria		Cyathiformis d'O.	
Litharæa		Asbestella d'O.	
Siderastrea		Italica Edw. H.	
Astrea		Guettardi Defr., Ellisiana Defr.	
Septastrea		Multilateralis Edw. H.	
Scutella	Subrotunda D. Moul.		
Cupularia			Cuvieri d'O.
Trochopora			Conica d'O.
Panopæa			Basterotina Val.
Corbula	Deshayesi Sism.		
Lutraria			*Solenoides* Lam.
Mactra	Subtriangula d'O.	Substriatella d'O.	*Triangula* Brocc.
Tellina	Zonaria Lam.	Zonaria Lam.	*Elliptica* Brocc.
Arcopagia			*Corbis* d'O.
Donax	Transversa Desh.	Transversa.	Transversa.
Lucina	Neglecta Bast., dentata Bast., ornata Ag.	Elongata Bast., triangularis Bast. Neglecta, dertata, ornata.	Neglecta
	Hiatelloides Bast.	Subscopulorum d'O., leonina Ag.	*Circinnata* (Venus circ. Brocc.) *divaricata* Lam.
Cyrena		Brongniarti Bast.	
Venus	Casinoides Lam.	Verrucosa L.?	*Umbonaria* Ag., *subplicata* d'O.
Cytherea	Erycinoides Lam., islandicoides Bast.	Lamarckii Ag.	*Pedemontana* Ag.
Arthemis	Basteroti Ag.		*Orbicularis* Ag.
Cardium	Subserrigerum d'O.	Burdigalinum Bast., ambiguum Defr.	*Ilians* Brocc.
Chama		Gryphina Lam.	
Cardita		Pionula d'O.	Jouanneti Bast.
Arca	Subdiluvii d'O.	Clathrata Defr., subscapulina d'O., cardiiformis Bast.	*Mytiloides* Brocc., Diluvii ?
Pectunculus	*Pilosus* L., cor Lam.	*Pilosus*, cor.	*Pilosus.* *Insubricus* Sism., *polyodontus* Bron.
Mytilus		Antiquorum Sow.?	Antiquorum.
Dreissena		Basteroti d'Orb.	

Pinna.	*Nobilis* Brocc.		*Nobilis.*
Avicula.	Phalænacea Lam.		
Perna.		Maxillata Sow.?	
Pecten.	Beudanti Bast.	Beudanti, Beudanti?	Beudanti?
	Burdigalensis Bast.		*Opercularis* Lam.
Vagiuella.	Depressa Daud.		
Calyptræa.	Deformis Lam.		
Infundibulum.	*Muricatum* d'O., depressum d'O.	*Muricatum.*	*Muricatum*
Crepidula.		*Cochleare* Bast., unguis d'O.	*Cochleare.*
Dentalium.	Pseudo-entalis Lam., entalis L.	Incertum Desh.	
Scaphander.		Gratelupi d'O.	Sublignarius d'O.
Bulla.	Lajonkaireana d'O.		Lajonkaireana.
Ringicula.	Striata Phil.	Striata.	Buccinea Desh.
Neritina.		Subpicta d'O.	
Natica.	*Olla* Serr., subepiglottina d'O., tigrina Defr.	*Olla* R., subepiglottina, tigrina.	*Olla*, subepiglottina, tigrina.
		Compressa Bast.	
Sigaretus.	Subcanaliculatus d'O.	Subcanaliculatus d'O.	
Acteon.	Punctulatus d'O., globulosus d'O., semistriatus d'O., Burdigalensis d'O., Gratelupi d'O., subfasciatus d'O., papyraceus d'O.		
Cancellaria.	Contorta Bast., acutangula Fauj.		Contorta, acutangula.
	Trochlearis Fauj., Geslini Bast.		Subcancellata d'O., Dufourii Grat., turricula Grat.
Trochus.	Patulus Brocc., Audebardi Bast.	Subturgidulus d'O., Araonis d'O.	Amedei Brong.
Phorus.	Deshayesii Mich.		
Phasianella.	Prevostina Bast.	Aquensis d'O.	
Turritella.	Terebralis Lam., var. A., Thetis d'O.	Terebralis, var. B.	Thetis
	Cathedralis Brong., quadriplicata Bast.		Turris Bast.
Scalaria.			Terebralis Mich., striata Defr., subspinosa Grat.
Turbonilla.	Subacicula d'O.	Pseudo-auricula d'O.	
Rissoa.		Gratelupi Bast., Lachesis d'O., Adela d'O.	
		Venus d'O., varicosa Bast.	
Rissoina.		Subcochlearella d'O.	
Cerithium.		Pseudo-obeliscum Grat., papaveraceum Bast.	
		Bidentatum Defr., subcorrugatum d'O.	
		Subampullosum d'O., scabrum Oliv.	
		Inconstans Bast., pictum Defr., resectum Bast.	
Chenopus.	Burdigalensis d'O.		

GENRES.	LÉOGNAN.	MERIGNAC.	SALLES.
Pleurotoma. . .	*Reticulata* d'O., Pannus Bast., asperulata Lam., terebra Bast., obeliscus D. Moul., semimarginata Lam., cataphracta Brocc., glaberrima Grat., denticula Bast., subcostellata d'O., cypris d'O., detecta D. Moul., striatulata Lam.	Terebra, semimarginata.	*Reticulata*, var. pannus, asperulata, var. obeliscus.
Turbinella. . . .	. . . . .	Tritonina Grat., multistriata Grat.	
Fasciolaria. . . .	Burdigalensis Defr.	Burdigalensis.	
Fusus.	Cornutus d'O.	Cornutus.	
	Subtavatus d'O.	Lainei d'O., sublignarius d'O.	*Clavatus* Sism., Jauberti d'O.
Murex.	Rusticulus d'O., lingua-Bovis Bast.	Rusticulus B.	Rusticulus.
Triton.	Doliare Bast.		
Rostellaria. . . .	. . . . .	Dentata Grat.	
Strombus.	. . . . .	Bonelli Brong.	
Cassis.	*Texta* Bron.	*Texta*, subtesticulus d'O.	*Texta*.
Pyrula.	Condita Brong., clava Bast.	Condita.	Condita.
Buccinum.	Subpolitum d'O., Veneris Fauj.	Subpolitum.	*Polygonum* Brocc.
Nassa.	Asperula Brocc.	Asperula, Basteroti Mich.	Subnutabilis d'O.
Terebra.	Plicaria Bast., pertusa Bast.	. . . . .	Plicaria, pertusa.
	Basteroti Nyst.	. . . . .	Striata Bast., murina Bast.
Conus.	*Noe* Brocc., ponderosus Brocc.	Ventricosus Bron., betulinoides Lam.	Ventricosus Bronn., Mercati Brocc.
		Tarbellianus Grat., catenatus Sow.	Subacutangulus d'O., Puschii Mich.
Columbella. . .	Columbelloides d'O.	. . . . .	Columbelloides.
Mitra.	Striola Bon.	Incogni a Bast.	Scrobiculata, var. B., Bast.
Voluta.	Barispina Lam.	Barispina.	
Erato.	. . . . .	Subcypreola d'O.	
Oliva.	. . . . .	Basterotina Defr., subclavula d'O.	Dufresni Bast.
Cypræa.	. . . . .	Sublyncoides Defr., subleporina d'O., tumida Grat., subannularia d'O., Brocchii Desh., pediculus L.	
Anatifa.	. . . . .	. . . . .	Burdigalensis d'O.

Dans ce tableau, les listes de Léognan et de Mérignac ne renferment pas, à beaucoup près, toutes les espèces que j'ai déterminées, comme cela a lieu pour Salles; je n'y ai inscrit que les plus communes ou les plus caractéristiques. Il résulte de là que parfois une espèce abondante dans un étage n'est pas indiquée dans le suivant ou le précédent, lorsqu'elle s'y trouve rarement; et ainsi le nombre des espèces paraît moindre qu'il ne l'est réellement. Mais dans chaque étage, les espèces, communes ou rares, sont bien certainement particulières pour environ moitié.

Pour le dépôt de Salles en particulier, la collection de M. Delbos renferme 110 espèces; nous avons pu en déterminer 66 ou plus de la moitié, et de cette quantité les deux cinquièmes, 26, sont identiques avec des espèces portées par M. d'Orbigny lui-même dans la liste subapennine, ou vivantes (parmi elles 7 se trouvent déjà dans les faluns précédents). Parmi les 38 autres espèces 18 sont mentionnées à Léognan ou à Mérignac (ce qui avec les 7 précédentes porte le nombre à 24), et 22 dans l'Aquitaine sont particulières à l'étage de Salles. Au point de vue paléontologique le falun de Salles, abstraction faite des espèces particulières, présente donc un mélange, à peu près par parties égales, d'espèces des faluns plus inférieurs du S.-O., et d'espèces subapennines de l'Italie; au point de vue stratigraphique, il est intermédiaire aux deux étages, car il est bien certainement supérieur au falun de Mérignac, et probablement aussi au calcaire d'eau douce jaune de Bazas, et il est à la base du sable des Landes, dont il ne se distingue nullement, surtout lorsqu'il est formé par des sables purs comme dans les environs de Manciet (Gers). Auquel alors des deux étages faut-il le rapporter? Si paléontologiquement il est à peu près indifférent de le considérer comme miocène ou pliocène, je préfère, moi, le rapporter au terrain subapennin par suite de ses liaisons stratigraphiques, et parce que le nouvel ordre de choses, qui caractérise ce dernier, avait commencé.

Quant à l'extension géographique de l'assise du falun de Salles, si la localité type est dans la partie basse et côtière des Landes, à 30 kilomètres du cap Ferret, et à 26 mètres d'altitude, le dépôt s'avance beaucoup vers le S.-E. en débordant les autres faluns inférieurs et en atteignant des altitudes assez considérables. A Tartas ce sont des grès calcaires jaunes, à *Cardita Jouanneti* et *Pectunculus pilosus*, exploités pour bâtir. A Mont-de-Marsan on entretient les routes avec une roche semblable renfermant le *Cardita Jouanneti*, et des Oursins, Peignes et Huîtres. A Saint-Gein, au sud de Villeneuve-de-Marsan, on tire à 90 mètres d'altitude, au milieu de sables jaunes,

des grès calcaires ou caillouteux avec Peignes, Huîtres et Balanes. Aux environs de Gabaret et de Rimbez, à 105 kilomètres de la côte, et à 140 mètres d'altitude, on extrait sur plusieurs points, pour l'entretien des routes, dans des sables grossiers, des grès calcaires mamelonnés ou caillouteux avec *Pectunculus pilosus*, Peignes, Huîtres, Balanes, etc. Au S.-O. de Manciet, sur la crête de l'Hôpital-Sainte-Christie, les sables extrêmement purs, jaunes ou blanchâtres, renferment à leur partie inférieure, à 145 mètres d'altitude, des grès calcaires ou concrétionnés. Parmi les douze espèces de fossiles que j'y ai recueillies, se trouvent les plus caractéristiques de l'étage, les *Cardium hians*, *Pecten opercularis*, et *Pecten scabrellus*, si voisin du précédent; il s'y trouve aussi le *Mytilus antiquorum* qui exclut tout rapprochement de ce dépôt avec le falun de Léognan. Enfin, les points les plus orientaux où je l'ai rencontré sont Aignan, Loussons-Debat et Thermes, entre Nogaro et Plaisance, à 128 kilomètres de la côte, et à 150 mètres au-dessus de la mer; ce sont des sables calcaires, jaunes, avec des parties endurcies exploitées; parmi une dizaine d'espèces, j'ai reconnu le *Pectunculus polyodontus*, et une Natice nouvelle, qui n'existe qu'à Salles.

M. d'Orbigny ayant annoncé l'existence d'un falun coquillier, près du phare de Chassiron, à la pointe N.-O. de l'île d'Oleron, je regrettai beaucoup que l'absence de toute citation d'espèces ne me permît pas de reconnaître auquel des trois étages appartient ce lambeau isolé, si éloigné des dépôts bordelais, et placé entre eux et ceux de l'Anjou et de la Touraine (1). M. Manès qui a aussi trouvé

---

(1) Cette note était envoyée lorsque M. Mayer, à son passage à Bordeaux, me dit qu'il avait trouvé, dans la partie la plus occidentale de la Touraine, des dépôts fossilifères qui n'avaient pas été connus de M. Dujardin, et qui renferment une partie des espèces subapennines de Salles. Passant par l'Anjou pour me rendre à Paris, j'ai voulu établir à quel étage précis appartiennent ses dépôts si riches, surtout en bryozoaires et polypiers. A Doué, au S.-O. d'Angers, l'abondance du *Pectunculus polyodontus*, et surtout du *Pecten opercularis*, me démontra de suite que les calcaires plus ou moins friables qui y sont exploités appartiennent bien véritablement à l'étage de Salles. Sur l'autre rive de la Loire, à Noyant, à l'E. de Baugé, les sables et graviers madréporiques, qui sont exploités sur beaucoup de points pour l'entretien des chemins, se rapportent encore au même étage, car les bryozoaires et polypiers sont les mêmes qu'à Doué, et l'on y trouve encore en abondance les *Pecten opercularis* et *scabrellus*. Ainsi, dans la partie S.-O. de la Neustrie, ou bassin de Paris, il y a au-dessus du calcaire d'eau douce de la Beauce plusieurs étages de faluns, comme dans l'Aquitaine, au-dessus de son contemporain, le calcaire d'eau

ce falun sur le même point, il y a quelques jours, en achevant l'exploration géologique du département de la Charente-Inférieure, vient de dissiper mes incertitudes à cet égard, en m'en remettant un échantillon. Parmi une dizaine d'espèces, j'ai reconnu les *Cupularia Cuvieri*, *Mactra triangula* et *Pectunculus polyodontus*, si caractéristiques du falun de Salles et du terrain subapennin. En constatant qu'à Chassiron le falun de Salles, qui forme un dépôt d'un décimètre environ d'épaisseur, repose directement sur les terrains secondaires, sans l'intermédiaire d'aucune assise tertiaire plus inférieure, M. Manès a rendu un signalé service à l'opinion que MM. Des Moulins, Delbos et moi, nous défendons, celle de l'existence du terrain subapennin dans l'Aquitaine. En effet, s'il pouvait rester des doutes dans l'esprit, malgré l'existence de près de 25 espèces subapennines, il n'en peut plus subsister maintenant que M. Manès nous a démontré la non-liaison du falun de Salles avec les deux autres faluns de Bazas et de Léognan, et son indépendance stratigraphique absolue, par rapport aux divers faluns miocènes, entièrement semblable à celle que présente le terrain subapennin de Perpignan et de l'Italie.

Les dépôts fossilifères énumérés dans le bassin de l'Adour (*C.*, p. 778) se rapportent également à plusieurs étages, mais ici je laisse parler M. Delbos : « Depuis la publication de ma *Notice sur* » *les falun du S.-O. de la France* (1), de nouveaux voyages dans » le bassin de l'Adour et dans la partie occidentale de celui de la » Gironde m'ont permis d'éclairer quelques questions encore dou- » teuses, et de rectifier quelques unes de mes erreurs. Parmi les » nombreuses localités citées à l'étage tongrien (*C.*, p. 767), il n'y » a que les suivantes qui lui appartiennent véritablement : Le » Tartas, Larrat et Lesbarritz dans la commune de Gaas, Lesplaces, » Lesperon et Cazordite. Pour les autres, leurs dépôts sont de l'étage » falunien, comme celles énumérées à la page 778. Toutes se ré- » partissent de la manière suivante : aucune localité n'est assimi- » lable aux faluns de Léognan et de Saucats, qui manquent com- » plétement dans le bassin de l'Adour. Les dépôts d'Abesse, Vielle » et Quillac doivent être réunis à ceux du moulin de Cabanes, de

---

douce gris de l'Agenais. Les faluns de la Touraine, au fond du golfe de la Loire, correspondent au falun miocène supérieur de Bazas et de Mérignac; les faluns de l'Anjou, dans la partie moyenne, représentent celui de Salles, que je crois impossible de ne pas considérer comme la partie inférieure du terrain pliocène.

(*Note ajoutée pendant l'impression.*)

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. V, p. 417.

» Mainot et de Casteterabe dans la commune de Saint-Paul, les-
» quels correspondent au falun de Mérignac et de Bazas. C'est
» encore à cet étage que se rapportent les dépôts de Saint-Avit et
» de Canens au N.-E. de Mont-de-Marsan. Les faluns bleus de
» Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsac ne sont point contem-
» porains, comme je l'avais cru, de ceux de Léognan et de Saucats;
» ils sont, sans le moindre doute, de l'âge de ceux de Salles; il en
» est de même de ceux d'Orthez et des grès calcaires à *Cardita*
» *Jouanneti*, exploités à Mont-de-Marsan. Les mollasses bleues à
» Echinodermes et à ossements du bassin de l'Adour, à Garrey,
» doivent être mises en parallèle avec les faluns de Salles et de
» Saubrigues. »

Le falun d'Orthez ne renferme en effet aucune espèce identique avec celles des dépôts de Gaas et de Cazordite, qui sont bien, dans le bassin de l'Adour, l'équivalent du calcaire grossier de Saint-Macaire, dans le bassin de la Gironde, et de la base des sables de Fontainebleau, dans le bassin de Paris; M. d'Orbigny en les associant (*C.*, p. 767) ne cite que quatre espèces, dont trois particulières à la localité; la quatrième, le *Conus maculosus*, Grat., n'est d'après M. Hornes (Conus) et notre examen, que le *Conus Berghausi*, Michel., des couches miocènes les plus supérieures du Piémont et des environs de Vienne. La collection de M. Delbos renferme plus de 50 espèces parmi lesquelles la détermination de celles qui sont inscrites dans le tableau suivant ne laisse pas le moindre doute sur la contemporanéité des faluns d'Orthez et de Salles.

GENRES.	LÉOGNAN ET SAUGATS.	MÉRIGNAC.	SALLES.
Mactra.			*Triangula.*
Arcopagia.			*Corbis.*
Venus.			*Subplicata.*
			Umbonaria.
Lucina.			*Divaricata.*
Cardita.			Jouanneti.
Arca.			*Mytiloides.*
			Diluvii?
Pecten.		Beudanti?.	Beudanti?
Bulla.	Lajonkaireana.		Lajonkaireana.
Ringicula.	Striata.	Striata.	
Natica.	*Olla*, tigrina.	*Olla*, tigrina.	*Olla*, tigrina.
Rotella.	Defrancii Bal.		
Acteon.	Semi striatus.		
Turbonilla.	Sub-acicula.		
Risoa.		Venus, Adela.	
Rissoina.		Subcochlearella.	
Eulima.	Subula.		
Murex.	Rusticulus.	Rusticulus.	Rusticulus.
Nassa.			Submutabilis.
Columbella.	Columbelloides.	Columbelloides.	Columbelloides.
Erato.		Subcypræola.	
Conus.			Subacutangulus.

Quant au falun de Saubrigues, M. d'Orbigny procède bien singulièrement à son égard ; après avoir dit (*C.*, p. 767) qu'il le réunit au terrain tongrien, il annonce plus loin (*C.*, p. 778) qu'il réunit au terrain falunien proprement dit les faluns de Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsac. Si, après avoir lu ces deux énoncés, on cherche dans le *Prodrome*, à laquelle des deux classifications l'auteur s'est arrêté, on trouve qu'il les a suivies toutes deux à la fois ; en effet, les espèces, qu'il cite au nombre de 140 environ, sont réparties à peu près par moitié dans chacun des deux étages ; 60 se trouvent dans la liste tongrienne, et 80 dans la liste falunienne. Certainement d'après cela on pourrait être tenté de croire qu'il y a dans ces localités deux étages des terrains tertiaires ; mais il n'en est absolument rien ; toutes les espèces se présentent dans le même état de conservation, avec le même aspect ; et d'après ce que me dit M. Delbos, elles gisent pêle-mêle dans la même couche de marne.

Parmi les 140 espèces de Saubrigues mentionnées dans les deux listes du *Prodrome*, 80, plus de la moitié, rangées en très grande partie dans l'étage tongrien, sont particulières à la localité et ne peuvent ainsi fournir de données sur l'âge du dépôt. Il y a ensuite 60 espèces que M. d'Orbigny, à trois ou quatre exceptions près, place avec quelques unes des précédentes dans son étage falunien ; elles se retrouvent soit dans les faluns de Bordeaux ou de la Touraine, soit surtout dans les dépôts miocènes les plus supérieurs de Bertona en Piémont, ou de Baden, près de Vienne en Autriche ; chacune de ces espèces se retrouve dans une de ces localités, ou le plus souvent dans deux et même trois à la fois. Je regrette que les limites du *Bulletin* ne me permettent pas d'en donner la liste. Enfin deux espèces sont citées dans le falun tongrien de Gaas, les *Pleurotoma gibberula* Grat., et *cataphracta* Brocc. (ce dernier d'après une figure de la Conchyliologie de l'Adour, qui paraît représenter une espèce bien distincte) ; j'ajouterai pourtant qu'il y a dans la collection de M. Delbos un *Triton* que nous identifions avec le *T. subclathratum* d'O., de Gaas.

Ainsi, c'est sur l'existence de *deux*, peut-être *trois espèces* que repose l'assimilation d'une portion notable du falun indivisible de Saubrigues, à celui essentiellement tongrien de Gaas. M. d'Orbigny a fait abstraction complète de 60 espèces qui impriment au dépôt un cachet tout particulier, qui ne permet pas de méconnaître son âge, lorsqu'on a la *Conchiliologia subapennine* de Brocchi entre les mains. Les paléontologistes de Vienne admettent le rapprochement des dépôts, eux qui admettent aussi l'identité des espèces.

M. Hornes répondait le 22 février 1851 à M. Delbos, qui lui avait envoyé, en espèces abondantes, 15 de Saubrigues et 7 d'Orthez : *on trouve toutes les 22 espèces d'Orthez et de Saubrigues dans les marnes bleues de Baden, Voeslau et Moellersdorf.* M. Hornes ayant envoyé dernièrement à M. Delbos 25 espèces de Baden, nous avons pu de notre côté aussi comparer les 50 espèces qu'il possède de Saubrigues, tant à ces dernières qu'aux fossiles des faluns bordelais; nous avons retrouvé les espèces suivantes de Saubrigues dans chacune des différentes localités suivantes :

GENRES.	LÉOGNAN, SAUCATS.	MÉRIGNAC, SAINT-PAUL.	SALLES, ORTHEZ.	BADEN.
Pirna. . . .	*Nobilis.*	. . . . .	*Nobilis.*	
Ringicula. .	. . . . .	. . . . .	Buccinea.	Buccinea.
Natica. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Sublabellata d'O.
Acteon. . . .	Gratelupi.			
Pleurotoma.	Pannus.	. . . . .	Pannus.	Pannus.
	Cataphracta. . .	. . . . .	. . . . .	Cataphracta.
	Terebra.	Terebra.	. . . . .	Dimidiata.
	Obeliscus. . . .	. . . . .	. . . . .	Oblonga.
	Semimarginata. .	Semimarginata. .	. . . . .	Monilis.
Murex. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Spinicosta.
Cassis. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Incrassata.
Buccinum. .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Badense Partsch.
Terebra. . .	Plicaria.	Plicaria.	Plicaria	
Conus. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Subacutangulus. Puschii.
Ancillaria. .	Subcanalifera d'O.			

Toutefois, comme dit M. Delbos en terminant la note manuscrite qu'il a eu la bonté de me remettre : « En ce moment le rapprochement des derniers dépôts fossilifères de l'Aquitaine du » terrain subapennin n'est pas incontestable, bien qu'il soit légitimé par la comparaison des fossiles, parce que jusqu'à ce jour » il n'a été donné à personne de constater d'une manière précise la » relation de ces faluns avec ceux de Mérignac et même avec le » calcaire d'eau douce de Bazas (calcaire d'eau douce jaune de » l'Armagnac et de l'Albigeois de M. Raulin). Il est à peu près » certain cependant que ces dépôts coquilliers sont supérieurs à » ceux de Mérignac; la coupe du coteau de Saint-Sever paraît le » démontrer. Ainsi le falun pliocène se présenterait dans l'Aquitaine sous trois facies distincts, qui ne sont peut-être dus qu'à » des circonstances locales de dépôt : 1° les faluns de Salles et » d'Orthez et les grès à *Cardita Jouanneti* de Mont-de-Marsan; » 2° le falun de Saubrigues; 3° les mollasses à Echinodermes et à » ossements de l'Adour. Nulle part on ne trouve réunies sur un » même point les couches appartenant à chacun de ces facies, de

» sorte qu'il est impossible de décider si elles sont parallèles ou si » les unes sont plus anciennes que les autres; mais comme » elles se trouvent géographiquement éloignées les unes des » autres, je ne vois pas d'inconvénient à les considérer comme » des modifications latérales d'une même formation, comme » des dépôts formés simultanément sur divers points d'un même » bassin et à les ranger sur le même horizon »

Mais quel que soit le parti que des études définitives forceront d'adopter, on voit qu'il est dès à présent impossible d'admettre avec M. d'Orbigny : 1° (*C.*, p. 787) que *l'on trouve l'étage falunien sans aucun mélange (des espèces de l'Astesan, qui caractérisent l'étage subapennin) dans tout le bassin pyrénéen;* 2° (*C.*, p., 819) *que, à la fin de l'étage falunien, les mers qui couvraient le bassin pyrénéen se sont complétement desséchées*, et cela d'autant moins que M. d'Orbigny lui-même (*C.*, p. 801) place dans le terrain subapennin le sable des Landes, qui est, comme les sables de Fontainebleau, un dépôt beaucoup plus probablement marin que d'eau douce.

3° *Remarques générales.* — Les terrains tertiaires du S.-O. de la France diffèrent beaucoup de ceux du bassin de Paris, quant au mode de formation. Tandis que dans ce dernier la succession des dépôts marins a été interrompue sur tous les points à deux reprises principales, au moins, pendant le dépôt du calcaire siliceux de Saint-Ouen et des marnes gypsifères, d'une part, et des sables de Fontainebleau supérieurs et du calcaire de la Beauce, de l'autre, l'Aquitaine dans sa partie occidentale, ainsi que je l'ai déjà dit, présente une succession continue de formations marines; en effet, pour moi, le calcaire grossier de Bourg, placé au-dessous de celui de Saint-Macaire, est le facies marin de la mollasse du Fronsadais, et par suite des marnes gypsifères de Paris. Les faluns de Léognan et de Saucats placés sur le calcaire de Saint-Macaire auquel ils font suite, et sous le calcaire d'eau douce gris de Saucats, sont le représentant de la masse sans fossiles des sables de Fontainebleau, qui est placée entre les assises correspondantes des marnes à huîtres et sables coquilliers d'Étampes et des calcaires de la Beauce. Pour moi donc, comme je l'ai dit plus haut, le falun de la Touraine a pour représentant unique dans l'Aquitaine celui de Bazas et de Mérignac.

Le S.-O. de la France, d'après ma manière de l'envisager, présenterait donc un ensemble de formations marines dont plusieurs combleraient les lacunes qui existent dans le bassin de Paris, et qui permettraient de rechercher s'il y a passage entre des dépôts qui

n'apparaissent avec des caractères si tranchés que probablement parce que les intermédiaires manquent. De même que le falun de Salles est un intermédiaire qui vient établir un passage entre le terrain miocène supérieur et le terrain pliocène, de même aussi il se pourrait que l'étude des fossiles des calcaires de Bourg vînt démontrer l'existence d'une liaison entre le terrain miocène inférieur et le terrain éocène moyen.

Tous les bassins tertiaires ne sont pas construits sur le même plan ; si, stratigraphiquement, les diverses assises de l'Aquitaine peuvent être, comme je le tentais en 1848, réparties en étages correspondant à ceux du N. de la France, il paraît que paléontologiquement les divisions ne doivent pas être faites de la même manière. En effet, d'après les études faites jusqu'à présent sur les corps organisés, les hiatus existent au-dessous du falun de la Touraine, et au-dessous des marnes à Huîtres dans le bassin de Paris, tandis que, dans l'Aquitaine, leur place est au-dessous du falun de Léognan et du calcaire de Bourg; c'est ce que montre le tableau comparatif suivant :

	AQUITAINE.	BASSIN DE PARIS.
TERRAIN PLIOCÈNE.	Sable des Landes. Falun de Salles.	Falun de l'Anjou.
TERRAIN MIOCÈNE SUPERIEUR.	Calcaire d'eau douce de Bazas. Falun de Bazas et de Mérignac.	Falun de la Touraine.
TERRAIN MIOCÈNE INFÉRIEUR.	Calcaire d'eau douce de Saucats. . . . Falun de Saucats. . . . . . Falun de Léognan.	Calcaire de la Beauce. Sables de Fontainebleau non coquilliers.
	Calcaire grossier de Saint-Macaire. .	Sables coquilliers d'Étampes. Marnes à Huîtres.
TERRAIN ÉOCÈNE.	Calcaire grossier de Bourg.	Marnes gypsifères. Calcaire siliceux de Saint-Ouen.
	Calcaire grossier de Blaye.	Sables de Beauchamp. Calcaire grossier.

M. Fauverge fait la communication suivante :

Tandis qu'il est des géologues qui croient que les blocs erratiques, ainsi que les cailloux roulés et les détritus de la même époque, ont été transportés par des glaciers, il en est d'autres qui considèrent ces mêmes dépôts comme étant le résultat de phénomènes purement diluviens. Je pense que ces deux ordres de phénomènes, glaciaires et diluviens, ont contribué à la formation de ces dépôts. Il est évident, pour moi, que la température des saisons extrêmes de l'hémisphère septentrional était à peu près à son plus haut degré d'intensité; que déjà, depuis longtemps, d'immenses gla-

ciers étaient formés dans les Alpes occidentales, dans les Pyrénées, dans les Vosges et sur d'autres points, lorsque eut lieu le soulèvement de la chaîne principale des Alpes. Le cataclysme qui en fut le résultat dut envahir tous les glaciers, en détruire une partie et en emporter au loin les glaces avec tout ce qu'elles charriaient. Là où les glaciers résistèrent à cette crise, ils durent continuer leur marche chargés de nouveaux débris apportés par les eaux. Plus tard, les anciens glaciers détruits se reproduisirent, et la nouvelle chaîne des Alpes en offrit de nouveaux qui ne tardèrent pas à devenir les plus considérables de cette époque. Enfin la température des saisons de l'hémisphère boréal se rapprochant, les glaciers de cette partie du globe diminuèrent; la plupart n'existent plus, et les autres sont arrivés au point où nous les voyons. Ainsi, d'après moi, il y a des dépôts glaciaires plus anciens que le terrain diluvien, il y en a qui lui appartiennent et il y en a d'autres qui sont plus modernes.

Quoique la période glaciaire ait été beaucoup plus longue que l'époque diluvienne qu'elle comprend, et qu'il soit difficile de faire la part exacte du produit de chacun de ces deux modes de transport, on doit voir cependant que les dépôts de transport mixte, c'est-à-dire ceux qui sont le résultat du concours simultané de ces deux ordres de phénomènes, doivent aux eaux la plus grande partie des débris dont ils sont formés, et que les dépôts purement glaciaires sont loin d'avoir l'étendue et la puissance des dépôts purement diluviens.

Pendant que l'intensité de la température des saisons extrêmes diminuait graduellement dans l'hémisphère boréal, elle augmentait dans l'hémisphère austral, mais beaucoup plus lentement, car l'obliquité du plan de l'écliptique et l'excentricité de l'ellipse décrite par la terre diminuant, l'abaissement et l'élévation de la température n'ont pas trouvé dans ces inégalités séculaires le même concours qu'ils ont trouvé dans l'hémisphère septentrional; néanmoins l'hémisphère austral est maintenant dans une période glaciaire, et je rappellerai ici l'opinion qu'à ce sujet j'ai émise devant la Société, dans la séance du 16 décembre 1850, et reproduite d'une lettre que j'avais écrite à M. Rozet, opinion qui ne s'est pas modifiée, car je n'ai pas cessé d'être convaincu que les glaces qui s'étendent dans la partie australe du globe, au moins à 10 degrés de plus vers l'équateur que dans notre hémisphère, sont une preuve de l'étendue considérable qu'auraient aujourd'hui les glaciers de l'hémisphère austral si le sol de cette partie du globe avait l'étendue et la configuration du nôtre.

Ce n'est pas seulement par suite de la précession des équinoxes qu'a eu lieu la plus grande variation de la température de l'année, c'est aussi par l'augmentation de l'inclinaison du plan de l'écliptique et de l'excentricité de l'ellipse que décrit la terre autour du soleil. Ces trois inégalités, dont la dernière a été la plus puissante, ont dû produire des effets considérables, et il n'est pas douteux, pour moi, que depuis que la croûte du globe a perdu assez de sa chaleur propre pour que les saisons y soient bien marquées, les saisons extrêmes, résultat immédiat de ces inégalités séculaires, n'aient produit ces anciens et immenses glaciers qui ont laissé des traces loin des glaciers actuels.

M. le secrétaire donne lecture d'une lettre de M. de Klipstein, par laquelle il annonce qu'il va publier des descriptions géologiques étendues de la Hesse-Électorale, du cercle de Wetzlar et des pays environnants.

M. Rozet fait ensuite la communication suivante :

Preuves de l'existence d'anciens glaciers près des villes de Gap et d'Embrun (Hautes-Alpes), par M. Rozet.

J'ai déjà montré, dans plusieurs mémoires, que les travaux géodésiques de la nouvelle carte de la France peuvent rendre de grands services à la physique du globe ; dans celui-ci, je vais faire voir que ces mêmes travaux peuvent conduire à la solution de la question, encore si controversée, de la présence d'anciens glaciers sur des points où il n'en n'existe pas, et où il ne peut en exister maintenant, du moins dans l'état actuel des choses.

Dans la partie supérieure des bassins du Drac et de la Durance, il existe trois espèces de dépôts de transport, parfaitement différenciés les uns des autres par leurs caractères géologiques ; ce sont : le *diluvium alpin*, les *dépôts glaciaires* et les *alluvions actuelles*.

Diluvium.

Les dépôts du premier groupe, désignés depuis longtemps sous le nom de diluvium, gisent dans le fond des grandes vallées, celles du Drac, de la Durance, etc. ; sur les flancs des montagnes, et sur certains plateaux dont l'altitude ne dépasse guère 1300 mètres ; quelques géologues les regardent comme constituant l'étage supérieur du terrain de mollasse, qui appartient à l'époque tertiaire.

Ces dépôts se composent de sables, d'argiles, de graviers englobant souvent une quantité de cailloux roulés et de gros blocs plus ou moins arrondis. Tous ces débris proviennent des montagnes qui dominent les vallées dans lesquelles ils gisent ; ils présentent ordinairement une stratification distincte, et l'on voit souvent les strates de cailloux roulés séparés par des bancs de sable ou d'argile ; les cailloux sont quelquefois cimentés par un calcaire grossier, et forment alors un gompholite, à Embrun par exemple.

Dans le fond des vallées, les strates du diluvium sont généralement horizontaux, ou peu inclinés dans le sens de la pente du val ; mais sur les flancs des montagnes et sur les plateaux ils sont toujours plus ou moins inclinés, ce qui prouve qu'ils ont été disloqués depuis leur dépôt.

En suivant les dépôts diluviens dans les vallées du Drac et de la Durance, je suis plusieurs fois arrivé à de vastes cirques, formant l'origine des vallées transversales, dont le pourtour présente en place les espèces de roches dont les débris composent ce dépôt. Il est donc extrêmement probable qu'ils en sont partis, entraînés par les eaux sauvages. Maintenant encore, ces mêmes eaux, accumulées dans les cirques, entraînent les débris pierreux qui s'y trouvent et vont former des dépôts, sur les pentes inférieures et dans le fond des vallées, beaucoup moins puissants que ceux du diluvium.

La surface des blocs et celle des cailloux roulés des dépôts diluviens est toujours plus ou moins polie ; mais elle ne présente jamais de stries semblables aux rayures que l'on peut faire sur les roches avec l'acier ou des fragments de roches plus dures qu'elles ; c'est un fait général et sur lequel on ne saurait trop insister.

Dépôts glaciaires.

Dans plusieurs localités du pays dont nous nous occupons on rencontre, superposés au diluvium, sur les plateaux, les pentes des montagnes et le fond des vallées, des dépôts de transport, peu étendus comparativement à ceux du diluvium, composés de fragments anguleux et très inégalement roulés, et d'énormes blocs dont les angles sont à peine émoussés. La surface polie d'un certain nombre de ces débris porte des stries semblables à celles que l'on peut y faire avec une pointe d'acier ou des fragments de roches plus dures. Ces débris, mélangés de sables, d'argiles et de graviers, forment, sur les flancs des montagnes et le fond des vallées, de petits monticules dont la hauteur dépasse rarement

50 mètres, très allongés et offrant souvent des pentes très inégales; ils se montrent aussi sur certains plateaux, formant des espèces de traînées.

L'endroit où les dépôts de cette nature sont le mieux développés et le plus à la portée des observateurs est l'espace compris entre la vallée du Drac et celle de la Luye, petite rivière qui passe à Gap ; ils se trouvent là, échelonnés au nord de la route d'Embrun et le long de celle de Grenoble à Gap, entre le Puy de Manse et la petite chaîne de Charance. Je joins à ce mémoire une coupe du terrain à $\frac{1}{50000}$, et un plan à $\frac{1}{25000}$, sur lesquels les altitudes des principaux points, déterminées géodésiquement, sont inscrites, en sorte qu'à la simple vue de cette planche on peut se rendre parfaitement compte de l'état des choses. (Voyez fig. 4 et fig. 5, Pl. II.)

En partant de Gap, dont l'altitude du val est de 740 mètres, et suivant la route de Grenoble qui monte au plateau de Bayard, au milieu du premier lacet, on rencontre un monticule allongé dans le sens de l'ouest à l'est, dont la pente douce regarde le sud et la pente escarpée le nord, comme du reste tous ceux qui viennent ensuite jusqu'au plateau de Bayard. Ce monticule est séparé, par la route qui l'a coupé, d'une bande étroite, qui s'étend vers l'est jusqu'au torrent la Stordanche, sur une longueur de 4 kilomètres, et une largeur toujours inférieure à 100 mètres. Ce monticule et la bande offrent tous les caractères d'une moraine frontale; de gros blocs anguleux de calcaire, de grès et de quartzite gisent sur la crête de cette moraine, comme si on les y avait posés avec la main; l'intérieur présente les mêmes blocs entassés sans aucun ordre, mélangés de sables, de graviers, de marnes et de cailloux dont les surfaces irrégulières les distinguent essentiellement de ceux du diluvium. Ces cailloux présentent souvent des stries fines comme ceux des glaciers actuels; les blocs ont souvent une de leurs faces polie et toute rayée de stries peu profondes.

De cette première moraine, en marchant vers le nord jusqu'au plateau de Bayard, on en trouve encore cinq autres, dont quatre s'étendent, vers l'est, sur une longueur de plus de 4 kilomètres. La plus grande distance entre deux consécutives est de 700 mètres; il y en a d'intermédiaires qui ne sont éloignées des grandes que de 50 mètres. Ces moraines offrent toutes la même composition minéralogique; légèrement arquées du côté de la montagne, elles présentent toutes une pente escarpée de ce côté, et une pente douce de l'autre, c'est-à-dire au sud. J'ai trouvé 35° pour le maximum d'inclinaison de la première, et 22° pour celui de la seconde. La

plus grande élévation de la crête, au-dessus du val inférieur, est de 50 mètres. Dans la même moraine l'épaisseur est très variable; après avoir atteint 30 et 40 mètres, on la voit se réduire à 4 ou 5 mètres, à moins de 100 mètres de distance. La surface de toutes ces moraines présente un grand nombre de blocs anguleux, à angles très vifs ou à peine émoussés, de toutes grosseurs; beaucoup gisent sur la crête de telle façon, qu'il semble qu'en les poussant on va les faire tomber; plusieurs sont énormes : près du hameau de Peyraussel il en existe une de 7 mètres de haut, de forme quadrangulaire, qui cube 245 mètres.

La seconde moraine que l'on rencontre en suivant la route de Gap à Grenoble présente une colline de 50 mètres de hauteur, coupée par la route, et, à l'ouest, par un ravin, en sorte que sa structure intérieure est mise parfaitement à jour. Dans le ravin on voit le diluvium recouvert par la moraine; il en est de même sur plusieurs autres points, où les moraines sont également coupées par des ravins : il n'existe aucune liaison entre elles et le diluvium, dont elles diffèrent complétement, surtout par la forme des débris.

Le plateau de Bayard, qui domine, au nord, la pente sur laquelle gisent toutes ces moraines, présente une surface fort inégale, offrant des monticules allongés dans le sens du nord au sud, c'est-à-dire dans une direction presque perpendiculaire à celle des moraines. Ces monticules ne sont pas parallèles entre eux; plusieurs convergent vers le même point : ils sont formés de blocs anguleux et de débris pierreux de toutes les grosseurs, mélangés avec des graviers, des sables et des marnes. Les roches siliceuses arénacées, les grès, les macignos, dominent parmi ces débris; on y voit aussi des blocs de gneiss et de talcschiste; les coupures des ravins montrent qu'ils reposent sur la tranche des marnes du lias.

En continuant à marcher vers le nord (voyez la coupe fig. 5, Pl. II), on descend par une pente douce, dans la vallée du Drac, le Champsoure, toujours en marchant sur les mêmes débris, qui vont recouvrir le diluvium dans les berges du Drac; si, après avoir passé cette rivière, on se dirige sur le sommet de Chaillol-le-Viel, on marche toujours sur les mêmes débris, au milieu desquels les blocs de gneiss et de talcschiste sont plus communs; on y trouve aussi quelques blocs de spilite; enfin, on arrive au grand escarpement de la montagne, dont la hauteur dépasse 800 mètres : cet escarpement est formé par les roches arénacées en place, dont les débris composent les moraines frontales, près de Gap, et couvrent le plateau de Bayard et toute la surface du val jusqu'à son pied. Du sommet de cet escarpement, dont l'altitude est de 2360 mètres,

à celui de la montagne qui atteint 3164 mètres au-dessus de la mer, s'échelonnent des pentes diversement inclinées, couvertes des débris des roches inférieures et environnantes : grès, macigno, calcaires, gneiss et talcschistes. Sur les flancs du pic il n'existe plus que des débris de gneiss et de talcschiste ; ici, dans les ravins et dans les plis du terrain, depuis l'altitude de 2800 mètres, on rencontre de petits glaciers, ou plutôt des plaques de glace qui ne fondent jamais, dont les dimensions n'excèdent pas 300 mètres de long sur 100 mètres de large et 1 mètre à $1^m,50$ d'épaisseur.

Il résulte clairement de tout ce que nous venons d'exposer, qu'en partant de Gap et marchant droit sur le sommet de Chaillol-le-Viel (coupe fig. 5, Pl. II), on trouve d'abord des moraines frontales parfaitement conservées, puis un amas de moraines latérales et médianes, couvrant le plateau de Bayard et une grande partie de la surface du Champsoure, jusqu'au pied de l'escarpement du massif de Chaillol-le-Viel, où existent, en place, les roches dont les débris composent toutes ces anciennes moraines, et au-dessus de ce même escarpement les restes de l'ancien glacier qui a charrié tous ces débris jusqu'à Gap, c'est-à-dire sur une longueur de plus de 20 kilomètres, et une largeur de 5. Ce glacier coulait dans l'espace compris entre le Puy de Manse, à l'est, et la petite chaîne de Charance, à l'ouest. Ces deux montagnes devaient alors faire partie des flancs d'une grande vallée, dirigée du nord au sud, s'étendant depuis le sommet de Chaillol jusqu'au lit actuel de la Durance : il reste encore de cette ancienne vallée une longueur de 10 kilomètres, entre Gap et la Durance. Les flancs des montagnes de Charance et de Manse étant couverts d'une épaisse couche de débris, je n'ai pu voir les stries que les bords du glacier ont dû tracer sur les roches.

Ce que je viens de dire suppose que le relief du sol a changé depuis l'existence de l'ancien glacier de Chaillol ; mais ce glacier aurait pu exister, même dans l'état actuel des choses : il y a encore maintenant des plaques de glace au-dessous du pic, depuis 2800 mètres d'altitude ; la moraine frontale la plus proche de Gap est à 800 mètres seulement au-dessus de la mer ; on a donc 2000 mètres pour la différence d'altitude entre le point de départ et celui d'arrivée, éloignés de 20000 mètres l'un de l'autre (voyez la coupe fig. 5), ce qui donne une pente moyenne de 0,1.

Du fond de la vallée du Champsoure au sommet de l'escarpement de Chaillol la distance est de . . . . . 6500 mètres,
et la différence d'altitude, de 1360
ce qui donne 0,21 pour la pente moyenne. Ces deux pentes sont

suffisantes, non seulement pour faire marcher le glacier, mais encore pour lui faire franchir la vallée du Champsoure dont le fond n'est qu'à 300 mètres au-dessous du plateau de Bayard; surtout si, à cette époque, la vallée était en partie comblée par les débris que les eaux auraient ensuite emportés.

Il existe des dépôts glaciaires dans plusieurs parties du département des Hautes-Alpes; presque toutes les grandes vallées en présentent de plus ou moins bien conservés, mais toujours reconnaissables à leurs formes et à celles des débris qui les composent. En les suivant j'ai reconnu que les glaciers qui les ont produits ont dû avoir leur origine sur les flancs des grands massifs dominant le sol sur lequel ils gisent, et dont ils sont maintenant souvent séparés par de grandes vallées. Près du village de Hessex, à 6 kilomètres au sud de Gap, la vallée de la Rozine en présente de bien conservés, qui ont dû être produits par un grand glacier descendant, jadis, des pentes du Bure en Dévoluy. De semblables dépôts se montrent dans la vallée de la Durance, près d'Embrun. Le roche de gompholite sur lequel cette ville est bâtie présente des surfaces polies sur une grande étendue. A l'est de la ville, près du calvaire, la surface à nu du rocher est tellement bien polie sur une longueur de plus de 200 mètres et une largeur de 50 à 60 mètres, que les cailloux, dont plusieurs sont plus gros que la tête et font saillie de plus de $0^m,1$ dans les parties non polies, se trouvent aussi bien rasés que ceux des plaques de poudingues employées comme marbre d'ornement. Sur plusieurs points, en relevant la terre végétale qui est assez mince, on trouve, dessous, la surface du rocher aussi bien polie que dans les parties qui sont à nu. Cette terre végétale est composée d'une immense quantité de débris anguleux de roches diverses, disséminés dans une marne argileuse, semblable à celle du lias qui est au-dessous; ce doit être la boue de l'ancien glacier. Au milieu de la surface polie il existe des bandes étroites et de petits tertres, ne présentant aucune trace d'usure et dans lesquels les cailloux sont restés en saillie. Ce sont peut-être des parties sur lesquelles la masse polissante n'a pas passé, ou qui se trouvaient alors couvertes d'une épaisse couche de boue. Toute la masse polie porte des stries se croisant quelquefois, mais assez exactement parallèles, en général, à la direction de la vallée qu'a dû suivre le glacier. Je n'ai pas eu le temps d'étudier en détail l'ancien glacier d'Embrun; il est probable qu'en remontant la vallée de la Durance on peut suivre ses dépôts jusqu'à son ancienne origine, comme je l'ai fait en allant de Gap au sommet de la montagne de Chaillol.

En ne considérant que la pente actuelle du sol on pourrait admettre l'existence de l'ancien glacier de Chaillol sur les surfaces mêmes où gisent encore maintenant ses dépôts, à une époque où la température moyenne de la contrée était plus basse qu'aujourd'hui. Mais tous les glaciers actuels des Alpes suivent des vallées entre les flancs desquelles ils sont contenus comme les cours d'eau dans leurs lits. Depuis Gap jusqu'à la Durance la route de Sisteron suit une vallée dirigée du sud au nord, exactement sur le massif de Chaillol; cette vallée est barrée, au-dessus de Gap, par le massif que couronne le plateau de Bayard. A l'ouest, la petite chaîne qui va de Charance à l'Aiguille, à l'est, le Puy de Manse, se trouvent exactement sur la direction des flancs de cette vallée; mais, après le Puy de Manse, on tombe dans celle du Drac qui coupe perpendiculairement cette direction. De l'autre côté le massif de Chaillol, au milieu de tous les bouleversements qu'il présente, conserve le prolongement de la vallée de la Rozine dans celle qui descend de ses flancs et passe au village de Saint-Pierre.

La forte inclinaison des dépôts diluviens sur plusieurs points des flancs des vallées du Drac, de la Durance, etc., annonce, dans les Hautes-Alpes, des dislocations très récentes : il pourrait se faire que ces dislocations eussent déterminé l'abaissement des massifs sur les flancs desquels existaient alors les anciens glaciers, soit subitement, soit progressivement; dans ce cas la fusion de ceux-ci s'expliquerait tout naturellement, sans qu'il fût besoin d'avoir recours à l'hypothèse d'une époque glaciaire, peu éloignée de nous, hypothèse qui se trouve être en opposition avec toutes les découvertes de la paléontologie.

D'après les faits que présentent encore maintenant les plus grands glaciers des Alpes, ceux du Mont-Blanc, il n'est pas nécessaire de supposer une élévation de plus de 400 mètres au-dessus de son niveau actuel à la surface que couvrait jadis celui de Chaillol, pour que ce glacier ait pu exister avec la température actuelle de la chaîne des Alpes. Au Mont-Blanc l'origine de la mer de glace est vers 3200 mètres d'altitude; elle descend jusqu'auprès de Chamounix à 1100 mètres. Le sommet de Chaillol-le-Viel est à 3164 mètres au-dessus de la mer, les plaques de glace gisant au-dessous sont à 2800 mètres, et, près de Gap, la première ligne de moraines frontales se trouve vers 800 mètres d'altitude. Si l'on admet, de plus, que cet abaissement de 400 mètres s'est fait lentement, comme l'on voit encore aujourd'hui s'élever et s'abaisser certaines parties de croûte du globe, et qu'il ait seulement été de $0^{m},1$ par an, il aurait suffi de quatre mille ans pour amener les

choses dans l'état où nous les voyons maintenant, sans que la température moyenne de la contrée ait aucunement varié.

Il est donc probable que la fusion des anciens glaciers, de l'existence desquels nous avons reconnu des preuves évidentes dans les Hautes-Alpes, a été déterminée par l'abaissement du sol qu'ils couvraient.

Alluvions actuelles.

Les alluvions actuelles recouvrent les dépôts glaciaires sur un grand nombre de points; leur étude peut conduire à des découvertes importantes sur l'origine des dépôts diluviens; elle mérite toute l'attention des géologues. Nous leur recommandons surtout d'examiner avec le plus grand soin celles qui descendent des vallées secondaires, et viennent former, dans les vallées primordiales, de grands deltas, dans lesquels se rencontrent les débris des montagnes qui les dominent. Ces débris sont souvent polis, mais ils ne présentent jamais de stries, comme ceux des dépôts glaciaires.

M. Delesse présente un *Mémoire sur les roches globuleuses*, et il demande son insertion dans les *Mémoires de la Société*.

La Société décide que ce travail sera renvoyé à l'examen de la Commission des *Mémoires*.

Le résumé suivant est extrait du mémoire de M. Delesse :

Recherches sur les roches globuleuses, par M. Delesse.

Résumé (1).

Les *roches globuleuses* qui sont riches en silice sont l'eurite, la pyroméride, le trachyte, le rétinite, la perlite, l'obsidienne et divers porphyres : elles contiennent habituellement de l'orthose et quelquefois du feldspath du sixième système; quelques unes d'entre elles, et notamment certains porphyres, contiennent même uniquement des feldspaths du sixième système.

Bien que toutes ces roches soient très différentes, leurs globules présentent cependant la plus grande analogie de composition et de structure.

---

(1) Voyez, pour plus de détails, les *Mémoires de la Société géologique de France*, 2e série, t. IV, 2e partie, 1852.

Ils ont en effet une pesanteur spécifique qui varie de 2,3 à 2,6. Ils sont caractérisés par une grande teneur en silice et par une faible teneur en alcalis ; leurs teneurs en oxyde de fer, en magnésie et en chaux sont également très faibles.

Il est facile de comprendre que la composition minéralogique de la roche, dans laquelle les globules se sont développés, a nécessairement exercé une grande influence sur leur composition : aussi la teneur en silice des globules est-elle très variable et augmente-t-elle avec la teneur en silice de la roche.

Dans les roches vitreuses qui sont généralement sans quartz, comme l'obsidienne, la perlite, le rétinite, la teneur en silice des globules est à peu près égale à celle de la roche enveloppante; mais dans la pyroméride, dans le trachyte et dans les roches porphyriques avec quartz, la teneur en silice est très variable.

La composition minéralogique des globules est assez simple ; en effet, ils sont formés de feldspath ou de pâte feldspathique et de quartz. Le feldspath est le plus souvent de l'orthose; dans certains porphyres, cependant, c'est un feldspath du sixième système : du reste, il est rarement cristallisé et pur, et généralement il est resté à l'état de pâte feldspathique. Cette pâte feldspathique contient de la silice, de l'alumine et une certaine proportion d'alcalis; elle n'a pas une composition définie, elle est beaucoup plus riche en silice que les feldspaths qui se trouvent dans la roche et elle résulte d'un mélange de silice avec une très petite proportion de ces feldspaths.

D'après l'étude de leur structure, je distingue les globules en *globules normaux*, qui n'ont pas de cavités, et en *globules anormaux*, qui ont des cavités dans leur intérieur. Il importe de remarquer que ces deux variétés de globules ne sont pas tellement distinctes, qu'elles ne passent insensiblement l'une à l'autre et qu'elles ne se trouvent souvent réunies dans le même gisement.

Les globules normaux ou anormaux renferment souvent, surtout lorsqu'ils ont une forme irrégulière, des cristaux isolés de quartz et de feldspath, qui ne sont pas orientés relativement à leur centre, et qui sont même disséminés dans leur pâte ; il est visible que ces cristaux n'ont pas concouru à la formation du globule, et je les appelle, en conséquence, *cristaux indépendants*. Quand les globules ne renferment pas de *cristaux indépendants* de quartz ou de feldspath, la silice, qui servait en quelque sorte d'eau-mère, a rempli à l'état de quartz hyalin tous les interstices qui restaient entre les parties feldspathiques sur lesquelles elle s'est moulée exactement ; l'ordre dans lequel le feldspath et le quartz se sont solidifiés est

alors le même que dans le granite. Quand ils renferment des *cristaux indépendants* et notamment des cristaux de quartz, la tendance que le quartz avait à cristalliser était au contraire plus grande que celle qui a produit le globule; l'ordre dans lequel ce quartz et la pâte qui l'enveloppe se sont solidifiés, est le même que dans le porphyre quartzifère. Les *cristaux indépendants* se sont surtout développés dans les globules anormaux.

Les *globules normaux* ont généralement une forme régulière et une structure cristalline bien développée; cette structure est indiquée par des rayons et par des zones. Ils résultent de la tendance que le feldspath avait à cristalliser, ainsi que d'une action plutôt indirecte que directe exercée par la silice.

Les *globules anormaux* ont généralement une forme irrégulière et une structure cristalline peu développée. Ils sont souvent fissurés, déformés ou même complétement écrasés. Ils consistent en une pâte toujours très riche en silice; tantôt cette pâte est homogène, tantôt elle présente un réseau feldspathique qui est dentelé et très complexe; plus rarement sa structure est indiquée par des rayons et par des zones.

Les *globules anormaux* résultent de l'agglomération d'une pâte feldspathique très siliceuse, dans laquelle le feldspath avait généralement peu de tendance à cristalliser; aussi renferment-ils presque toujours des cristaux indépendants.

Les cavités qui caractérisent les *globules anormaux* sont irrégulières et souvent elles représentent une proportion très notable de leur volume. Elles ressemblent beaucoup aux cavités qui ont été signalées par M. Constant Prévost, et qui se sont formées par retrait dans différentes concrétions (1).

Les cavités des *globules anormaux* se sont de même formées par une *contraction* de la pâte de ces globules, mais dans certaines roches, telles que les trachytes et les obsidiennes, cette *contraction* a été précédée d'une *expansion* due au dégagement de substances volatiles. Les *globules anormaux* par *expansion* peuvent d'ailleurs passer d'une manière insensible aux *cellules*.

Les cavités des *globules anormaux* sont quelquefois vides ou *non remplies;* ordinairement cependant elles ont été *remplies* par du quartz, de la calcédoine ou de la silice à différents états; on y observe aussi du fer oligiste, du fer carbonaté, des zéolites, de la

(1) Constant Prévost, *Documents pour l'histoire des terrains tertiaires*, p. 146.

chlorite, de la chaux carbonatée, de la baryte sulfatée, de la chaux fluatée, c'est-à-dire les minéraux des amygdaloïdes et des filons.

Dans certaines *roches globuleuses* et notamment dans le rétinite, ces cavités ont été remplies absolument de la même manière que les cavités des mélaphyres dans lesquelles se sont formées les agates.

Tantôt la pâte des globules est bien séparée du quartz qui remplit les cavités; tantôt, au contraire, cette pâte se fond d'une manière insensible dans ce quartz : il y a donc lieu de distinguer parmi les cavités celles qui sont *nettes* et celles qui sont *confuses*. Quand les cavités sont *confuses*, une cristallisation postérieure à leur remplissage a permis aux fibres feldspathiques de se développer jusque dans le quartz.

L'étude de la structure des *globules normaux* et *anormaux* montre que leur solidification a commencé tantôt à la circonférence, tantôt au centre, et qu'elle peut avoir eu lieu simultanément à la circonférence et au centre.

Le tableau suivant résume les caractères généraux des globules :

Globules normaux ou sans *cavités*.			
Globules anormaux avec *cavités*,	*non remplies* ou *remplies*, *nettes* ou *confuses*,	formées par	*contraction*. *expansion*.

Quoique les *roches globuleuses* qui viennent d'être étudiées diffèrent beaucoup par leur âge, par leur structure ainsi que par leur composition minéralogique, elles ont toutes un caractère commun, qui est une richesse en silice exceptionnelle et notablement supérieure à celle des feldspaths qui leur servent de base; quelquefois même elles sont entièrement pénétrées par des filons de silice; l'excès de silice de ces roches a donc été la cause principale du développement des globules.

M. Boubée demande à M. Delesse s'il ne serait pas possible d'établir l'ordre d'ancienneté de ces roches d'après la structure de leurs globules; il dit que la diorite orbiculaire de Corse, par exemple, est plus ancienne que la pyroméride.

M. Delesse répond à M. Boubée de la manière suivante :

Dans une même roche et dans un même gisement, on observe souvent des globules qui présentent toutes les variétés de structure, et le but de mon mémoire est même de faire voir que toutes les roches globuleuses, riches en silice, ont des globules qui présentent à peu près la même structure; il ne me paraît donc pas pos-

sible d'établir une relation entre l'*âge* de ces roches et entre la *structure* de leurs globules.

Lorsque ces globules se sont développés dans des roches très cristallines, comme les granites, les eurites, les pyromérides et les roches granitoïdes, ils ont cependant des caractères particuliers; ainsi le feldspath et le quartz se sont généralement séparés d'une manière nette.

Lorsque ces globules se sont développés dans des roches peu cristallines, comme les perlites, les rétinites, les obsidiennes et les roches vitreuses en général, il n'en est pas de même.

La question de l'âge relatif de la pyroméride et de la diorite orbiculaire de Corse ne me paraît d'ailleurs pouvoir être résolue d'une manière définitive que par une étude du gisement de ces deux roches, qui serait faite sur les lieux ; cependant il me semble très probable que la diorite orbiculaire de Corse est moins ancienne que la pyroméride.

En effet, la pyroméride est une roche granitoïde, et par conséquent il est très vraisemblable qu'elle est ancienne; car, bien que les granites aient quelquefois traversé et même recouvert des terrains récents et notamment le terrain crétacé, ils s'observent généralement dans les terrains anciens; il en est de même des roches granitoïdes qui sont associées aux granites.

Quant aux diorites, elles se trouvent généralement en filons dans les granites et dans les roches granitoïdes; par conséquent elles sont plus récentes que ces dernières; certaines ophites des Pyrénées, qui ne sont autre chose que des diorites, sont d'ailleurs très récentes.

Les diorites, c'est-à-dire les roches qui sont essentiellement formées d'un feldspath du sixième système et d'amphibole hornblende, ne se sont donc pas formées à une même époque; elles peuvent avoir des âges différents et être très récentes.

Il résulte d'ailleurs des analyses que j'ai faites de la diorite orbiculaire de Corse, que le feldspath du sixième système qui la constitue est très pauvre en silice, puisque sa teneur en silice est égale à celle de l'hornblende qui lui est associée (1).

La pyroméride est, au contraire, une roche granitoïde et elle est très riche en silice; elle est même beaucoup plus riche en silice que ne le sont habituellement les roches granitoïdes.

---

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XXIV. — *Diorite orbiculaire de Corse.*

Or, généralement la teneur en silice des roches d'origine ignée diminue avec leur ancienneté.

Distinguons en effet dans ces roches trois grandes divisions comprenant les roches granitoïdes, les porphyres, les roches volcaniques : il est facile de constater que ces roches, qui sont rangées par ordre d'ancienneté, ont aussi une teneur en silice qui va en diminuant : c'est ce qui résulte en effet des analyses qui ont été faites de ces roches.

Il est bien vrai que cette règle est loin d'être absolue : ainsi les roches volcaniques, même les plus récentes, ont une teneur en silice qui, dans les obsidiennes, les trachytes, peut devenir égale à celle des roches granitoïdes, mais, quoi qu'il en soit, ces exceptions à la règle générale ne la détruisent pas. On peut remarquer d'ailleurs que si, dans certains cas, la teneur en silice des roches volcaniques s'élève jusqu'à celle des roches granitoïdes, la réciproque n'a pas lieu : ainsi la teneur en silice des roches granitiques ne s'abaisse guère au-dessous de la teneur en silice de l'orthose, ou au-dessous de 64 pour 100.

Les différences que les roches volcaniques présentent dans leur teneur en silice peuvent du reste s'expliquer par des circonstances locales; on conçoit en effet que des laves qui se forment dans une région granitique doivent avoir une composition différente de celles qui se forment dans une région calcaire, et qu'elles doivent avoir une plus grande teneur en silice.

Les considérations qui précèdent montrent donc, d'une part, que les diorites peuvent être très récentes, et, d'autre part, que la teneur en silice des roches feldspathiques diminue assez généralement avec leur ancienneté; par conséquent, il me paraît qu'on doit regarder la diorite orbiculaire de Corse, comme une roche récente et même comme une roche plus récente que la pyroméride.

M. le Président annonce à la Société qu'elle a eu le malheur de perdre M. Ebelmen, l'un de ses membres les plus actifs et les plus distingués, connu de tous ses collègues par de nombreux et d'importants travaux.

Essai sur la configuration générale probable du fond des mers et du sol émergé des îles et des continents aux différentes époques géologiques, avec quelques remarques géogéniques sur certaines de leurs formations et la température sous laquelle elles ont été déposées, par M. A. Boué.

La géologie pratique a deux buts distincts : l'un est proprement dit son application, savoir le relevé exact et détaillé de la distribution des terrains sur les terres émergées et le fond des mers; l'autre est plus théorique et forme la recherche des phases de formation par lesquelles a passé la croûte terrestre. Si ces deux études n'atteignent une certaine perfection qu'avec le temps, néanmoins elles sont déjà ébauchées, et les détails seuls ainsi que maintes corrections sont dévolus à nos descendants. Me basant sur les travaux cartographiques des géologues de mon temps, je m'aventurai, en 1832, à donner une carte géologique de l'Europe, et n'ayant pas les mêmes appuis pour une mappemonde géologique, j'essayai, en 1842, de suppléer au manque de renseignements par la théorie des ressemblances, des analogies et des connexions géologiques. Or la justesse des résultats s'est vérifiée depuis lors plusieurs fois d'une manière remarquable. Ayant donc satisfait pour ma part au premier but de la géologie, j'ai aussi pensé au second, et j'ai commencé par l'ébauche du drame géologique de l'Europe (*Mém. géol. et paléont.*, 1832). Dans ces derniers temps j'ai attaqué cette étude plus en grand, et non content de classifier les formes extérieures des terres et des mers (*Comptes rendus de l'Acad. des sc. de Vienne*, 1849, p. 266), j'ai soulevé quelques coins du voile qui cachait la distribution des terres et des mers aux différentes époques géologiques. Ce n'était que des corollaires tirés d'observations de détail et de quelques principes théoriques généralement reconnus.

Par mon mémoire sur le changement dans le niveau des mers et ses traces irréfragables (*Compt. rend. des séanc. de l'Acad. de Vienne*, 1850, vol. I, p. 78), j'ai été conduit tout naturellement à me demander si l'on ne pourrait pas évaluer la profondeur diverse des mers comme l'altitude des terres émergées pour chaque époque géologique. Il me paraissait important de pouvoir établir une *caractéristique générale de la configuration plastique du fond des mers et du sol émergé pour chaque période géologique*. C'est cet essai que je soumets à la Société géologique, en faisant observer que si la date de la formation des chaînes reste hors de ligne, j'arrive en gros pour

la croûte terrestre à des figures générales comme celles de notre illustre collègue M. Élie de Beaumont. De même qu'un peintre appelé à représenter, par ses seules qualités et sa vie, un personnage qui lui serait inconnu, s'adresserait aux lois de la phrénologie et de l'étude des physionomies, de même le géologue a recours dans mon cas aux règles des ressemblances et des analogies. Si la nature a ses phases, elle ne sort pas d'un certain cercle de lois constantes; il ne s'agit donc que de bien l'observer actuellement pour pouvoir juger du connu à l'inconnu avec plus ou moins de probabilité. La paléontologie en particulier ne cesse d'offrir de nouveaux moyens pour se reporter par la pensée dans ces temps reculés d'une manière presque mathématique, et réellement les romans des théories de la terre commencent à être remplacés par des cosmographies véritables des différentes époques géologiques.

Dans les plus anciens temps géologiques le sol émergé était réduit à des *îles;* il n'y avait pas de grands continents. Ces îles étaient disséminées probablement dans toutes les parties du globe, tandis qu'actuellement la vie insulaire est surtout tropicale ou polaire, et une portion très considérable des continents appartient aux zones tempérées et arctiques. Si la mer couvre aujourd'hui deux tiers de la croûte terrestre, celle des premiers temps formait presque un seul et vaste océan et non point des bassins assez séparés comme à présent, mais sa profondeur était en général bien moindre que de nos jours. Pour s'expliquer tout ceci il suffit de se rappeler les conditions de rotation et de température du globe, la formation graduelle de ses proéminences et l'habitation tropicale privilégiée des polypes, où ces animalcules préparent des embryons continentaux, en même temps que la plupart des volcans brûlants se trouvent aussi dans ces régions.

La quantité des îles polaires n'est qu'une suite des calottes de glace qui ont arrêté la métamorphose des terres et nous ont conservé leur forme antique. Par suite de la rotation de notre planète, de l'inégale distribution de la chaleur solaire, et plus tard du froid polaire, s'établirent les courants marins, qui eurent toujours la tendance de détruire les digues ou les obstacles à leurs cours. C'est l'explication de beaucoup de détails dans les séparations des terres, dans la formation de plusieurs mers ou golfes entre les tropiques et dans les grandes destructions au nord et au sud des grands continents. Les mers australes leur auraient offert moins d'obstacles que les mers du pôle nord.

Les îles de ces temps ne pouvaient être que les pointes les plus élevées des inégalités de l'écorce terrestre, de manière qu'elles ne

consistèrent qu'en une montagne ou en plusieurs, dont la hauteur aurait varié, d'après nos calculs de probabilité, de 100 à 2,000 pieds. Les roches plutoniques, comme les granites, etc., ont pu former çà et là des *enfoncements cratériformes* sur une petite échelle, à peu près comme nous les observons dans la lune. Quelques petits cratères de ce genre ont pu exister sur les îles, tandis que plus souvent certaines parties de leurs bords se seraient montrées seules à découvert. C'est à peu près comme nous voyons pointer d'anciens cratères à travers les dépôts secondaires et tertiaires qui les recouvrent, par exemple dans le Devonshire, le Cornouailles (*Ann. of nat. hist.*, 1849, vol. XXXV, p. 33), ou dans les chaînes du Rhin ou autour du bassin piémontais du Pô, etc., etc. Il pouvait aussi y avoir quelques entonnoirs produits par des soulèvements ou affaissements centraux, quoique la croûte refroidie de la terre ne pût pas encore posséder des couches aussi régulières que celles qui bordent de pareils cirques dans les montagnes de Glaris (*Géol. de la Suisse*, par Studer, 1851, vol. I, p. 200 et 425), ou à Windish-Kappel en Carinthie (*Bull.*, 1834, vol. VI, p. 29). Quelquefois les creux circulaires sous nos cimes de montagnes les plus élevées, ainsi que l'entre-croisement de certaines de nos grandes vallées, peuvent encore aujourd'hui nous représenter les restes de pareils enfoncements, tandis que certains amphithéâtres muraux à l'extrémité des vallées, comme à Gavarnie, au mont Kuselma, à Fella (Carinthie), etc., ne seraient dus qu'à un écoulement. Nous reviendrons sur cette idée qui occupe aussi M. le feld-maréchal de Hauslab, et nous la lierons au gîte particulier des phénomènes volcaniques, des tremblements de terre et de certaines eaux minérales.

Les îles des mers primaires devaient avoir de *petites vallées*, mais il est difficile de dire si ces dernières renfermèrent des eaux courantes ou même des lacs d'eau douce, car on devrait alors trouver dans le terrain primaire des coquillages et des crustacés analogues à ceux qui vivent aujourd'hui dans l'eau douce. Cependant nous pouvons être dans l'erreur, en attribuant uniquement à l'élément marin certains genres de mollusques et crustacés fossiles. D'ailleurs pendant un temps assez long les eaux terrestres ont dû contenir une forte dose de sels divers. Le volcanisme étant plus considérable qu'actuellement en proportion de la différence d'étendue des terres d'alors et d'aujourd'hui, il devait y avoir des émanations et même des éjections salines sur une grande échelle. La terre même devait en être imprégnée à une époque où elle sor-

tait à peine d'une atmosphère de vapeurs chaudes et salines, qui l'entourait avant la liquéfaction de l'eau.

Nous remarquons parmi les coquilles primaires des formes analogues à celles des eaux saumâtres ou même douces, telles que les genres Modiole, Avicule, *Chemnitzia*, *Cardium*, *Buccinum*, etc. Quant aux nombreux genres de Trilobites, peuplant par colonnes certaines couches, les Séroles, qui sont leur plus parfaits analogues, ne vivent que sur les rivages.

Les montagnes qui n'étaient pas coniques avaient des cimes triangulaires ou irrégulièrement polyédriques; leurs pentes étaient généralement courtes, abruptes et rocailleuses; des cryptogames et quelques graminées végétaient seules sur les parties moins inclinées; en même temps des vapeurs aqueuses chaudes s'élevaient çà et là du fond de nombreuses crevasses. Un cratère éteint ou fumant interrompait sur quelques points cette configuration uniforme, tandis que des émanations sulfureuses ou hydrochloriques sortaient de fentes ou d'entonnoirs cratériformes, et commençaient avec ou sans l'aide de l'eau à produire certains composés abondants dans toute la série des dépôts géologiques.

L'océan était couvert de beaucoup de vapeurs, vu sa chaleur, et il s'en élevait même des colonnes épaisses dans les endroits où des volcans sous-marins étaient en activité. Dans les parties les moins profondes une assez grande variété de genres de polypes à caractères tropicaux étaient occupés à élever des récifs, à former des atolls ou des îles calcaires dans un arrangement linéaire ou concentrique. Or comme la profondeur des mers était alors peu considérable, et que même les points les plus profonds étaient loin d'égaler les profondeurs d'aujourd'hui, les polypes devaient trouver une bien plus grande quantité de localités favorables à leur existence. C'est pour cela que pendant les premières époques géologiques les îles à polypiers ont pu et dû être répandues plus généralement sur la terre qu'elles ne le sont aujourd'hui.

Si nous recherchons les autres êtres organiques existant alors, nous remarquons des représentants de toutes les grandes classes, à partir du moment où la température de la surface avait assez baissé pour ne plus convertir partout l'eau en vapeur et pour permettre l'existence de masses d'eau liquide. Si la croûte terrestre était déjà rigide et assez refroidie, son épaisseur pouvait être très petite, comme cela se voit dans les laves, brûlantes intérieurement, et solides à leur surface. Ensuite il faut aussi peut-être penser à l'hypothèse de quelques physiciens, à savoir, que des parties encore fluides par

la chaleur ont pu être enfermées çà et là dans des croûtes rigides, ce qui peut avoir produit des effets géologiques particuliers.

Quant à la température de la mer, il est nécessaire de se rappeler que le point d'ébullition de tout liquide dépend non seulement de la cohésion de ses molécules et de la nature du vase qui le contient, mais encore de la pression à sa surface, de sa profondeur et de ses parties étrangères. Si la pression augmente, l'eau peut dépasser 100 degrés centigrades de température sans se vaporiser. Une eau très salée exige plus de chaleur pour bouillir, et, plus elle est profonde, plus il y a consommation de calorique pour arriver à cette fin. Or ces faits avérés démontrent que la vaporisation de l'eau a dû et pu cesser plus tôt qu'on ne serait porté à le croire d'après la température probable de la première croûte terrestre. La pression atmosphérique devait être considérable, car l'air devait contenir non pas seulement des vapeurs aqueuses, mais aussi certains sels. La salure de la mer était également très grande à cause de la quantité des bouches volcaniques.

Pour bien comprendre le genre de vie organique qui se développa tout d'abord dans le premier océan, il est utile de se rappeler les faits connus sur *les limites de température pour la vie des plantes et des animaux*. La plupart des eaux thermales offrent des Conferves [*Vaucheira*, *Embeida* (*E. thermalis*), *Anabaina* (*A. thermalis*], des Oscillatoires (*O. labyrinthiformis* et *Gratelupi*), des Ulves, des Tremelles, des Marchantia, etc.; cependant leur température varie de 27 degrés centigrades à 33, 44, 50, 60, 65, 70 et même jusqu'à 98. On ne croirait pas *à priori* que des végétaux si délicats puissent supporter une telle chaleur, mais les faits suivants sont encore plus remarquables.

Schorew a observé des mousses végétant dans la fente d'une fumarole de l'Etna sous une température de 50 degrés centigrades (*Pflanzen Geographie*, 1823, p. 370). Des Lycopodiacées ont été trouvées dans des eaux de 85 degrés centigrades (Barrow, *Voy. to Cochinchina*, vol. I, p. 43); des Characées en fructification dans des eaux de 98 degrés centigrades, en Islande (J. Dauby, *Notiz. de Froriep*, 1833, vol. XXXVI, n. 3); le *Cyperus polystachys*, Rottb., dans une eau de 44 degrés, au cap de Bonne-Espérance (F. Krauss, *N. Jarb. f. min.*, 1843, p. 159); le *Cyperus thermalis* ou *Badius* Desf., dans les eaux thermales d'Aix-la-Chapelle et du nord de l'Afrique; le *Cyperus fimbristylis* dans celles du Kamtschatka (Fries, *Bot. antiquar. excurs.* Upsal, 1836, Diss. 3); des Ourties et d'autres dicotylédons dans une eau de 36 degrés (docteur Hofmeister, *Briefe uber d. Indostan*, 1847); le *Nymphæa thermalis*, Dec., dans

une eau de 19 à 28 degrés, à Peese près de Petervaradin ; le *Vitex agnus castus* bien enraciné dans une eau de 85 degrés (Sonnerat, *Voy. à la Nouv.-Guinée*, 1776, p. 38-42, et *J. de Phys.*, 1774, p. 276); et le Laurier rose dans une eau de 48 degrés, en Algérie (Tripier, *Ann. de chim.*, 1840, vol. I, p. 340, et *Ann. des mines*, 1842, vol. II, p. 432).

Quant aux *animaux* on trouve cités des zoophytes, tels que des éponges (Rozier, *Obs. sur la phys.*, 1782, suppl., vol. XXI, p. 384) et des infusoires dans des eaux de 62°,5, à Vinay (*Desc. de Fontana*, 1787), et dans celles de 70° de Carlsbad (1). La même chose est bien connue à Gastein dans le Salzbourg, à Abano dans les monts Euganéens (Vandellius), à San-Stefano en Toscane (Freyer, *N. Jahrb. f. min.*, 1848, p. 451), etc., etc. Si des infusoires supportent une telle chaleur, ils ont dû et pu aussi exister à plus forte raison dans l'air vaporeux et chaud de ces époques reculées.

Des mollusques, comme le *Turbo thermalis*, qui est une Paludine, ont été trouvés dans les eaux de 44 degrés des monts Euganéens (2) ; le *Lymnens pereger*, Drap., dans l'eau de Gastein (*Edinb. phil. Journ.*, 1821, vol. IV, p. 206), et au Geyser en Islande (Robert, *Bull. Soc. geol. Fr.*, 1836, vol. VII, p. 191). On peut y ajouter la *Melanopsis buccinoides* et l'*Helicina prevostina* de l'eau tiède de 21 degrés, à Voslau, en basse Autriche.

Des entomostracés et des crustacés, tels que des Cypris et des Écrevisses, vivent dans le Hammam-Meskhoutin, en Algérie, sous une température de 36 à 40 degrés (Gervais, *L'Institut*, 1848, vol. XVII, p 12; *N. Jahrb. f. min.*, 1849, p. 640).

Des insectes, tels que des Coléoptères, des Hydrobius (*H. orbicularis*) et des Lycoses, vivent à côté d'eaux très chaudes à Bade, en Argovie (J.-C. Scheuchzer, *De grillis thermalibus Badensibus*, *Act. nat. cur.*, XI, app., p. 61).

Depuis longtemps Sonnerat a remarqué même des poissons dans des eaux thermales de 69 degrés (*J. de phys.*, vol. III, p. 250; *Dict. des Sc. nat.*, vol. XXII, p. 509). Le docteur Castberg en a

---

(1) Scheerer, *Mag. f. neuest. a. d. Phys. de Lichtenberg*, 1786, vol. IV, p. 152. — Agardh, *Regensburg. bot. Zeit.*, 1827, nos 40 et 41. — Corda, *Almanach de Carlsbad de Decarro*, 1835, art. 10. — *Bibl. univ. Genève*, 1837, vol. VIII, p. 459. — Ehrenberg, *Edinb. n. phil. Journ.*, 1837, vol. XXII, p. 199.

(2) Olivi, *zoolog. adriat.*, vol. I, p. 172. — *Ant. Ch. Dondi Orologio Mem. Acad. ital.*, 1782. — Bernouilli, *Archiv. d. neuern Gesch. Geograph.*, 1785, v. I, p. 187-210.

cité dans les eaux sulfureuses chaudes de Kaiserbad, à Bade, en Hongrie, quoique leur température s'élève jusqu'à 70 degrés centigrades (*Ann. phys.*, Gilbert, 1804, vol. XVII, p. 485). Tripier en a trouvé dans des eaux semblables en Algérie sous une température de 40 degrés (*Ann. de chim.*, 1840, vol. I, p. 340, ou *Compt. rend. Acad. des sc.*, Paris, 1840, vol. IX, p. 602), et Giac. Amati en a vu dans l'eau du Hammam-mem-Skoutin près de Ghelma (*Att. della oct. riun. di scienz. ital.* (pour 1846, 1847, p. 480 et 721). M. Gervais cite dans ces dernières eaux de 36-40 degrés des anguilles (*L'Institut*, 1848, vol. XVII, p. 12). M. Rochet d'Héricourt a remarqué des poissons dans l'eau thermale salée à l'est d'Adulis en Abyssinie (*Compt. rend. Acad. des sc.*, Paris, 1850, vol. XXX, p. 26), et M. M'Cleland en décrit dans celles de 44 degrés à Poorce au Bengale (*Bibl. univ.*, *Genève*, 1838, vol. XX, p. 204, ou *Ann. des mines*, 1839, vol. XV, p. 567).

M. Gervais a vu des crapauds avec des poissons dans les eaux thermales de l'Algérie, et M. Ainsworth annonce le même fait pour des eaux de 40 degrés dans la vallée d'Affrin en Syrie, fait que M. Russegger a confirmé (*Reise in Europa, Africa und Asien*, 1841, vol. I, p. 459).

MM. Menetries et Ainsworth ont observé des tortues dans des eaux chaudes de 40 degrés centigrades, le premier à douze werstes de Lenkoran sur la mer Caspienne (*Ann. des voy.*, 1838, vol. XXIX, p. 197 et 216), et le second dans la vallée d'Affrin déjà citée.

M. Hipp. Cloquet a décrit un *Coluber thermarum* dans les eaux thermales sulfureuses de Saint-Sauveur aux Pyrénées (*Notiz. de Froriep*, vol. II, n. 35, p. 201).

Il faut remarquer que la plupart de ces eaux chaudes sont fortement imprégnées d'hydrogène sulfuré et de divers sels, et qu'une série bien connue de plantes et d'insectes affectionnent uniquement le sol très chaud ou très salin. M. Gervais parle d'araignées et de coléoptères qui vivent en Algérie sur un terrain dont la chaleur brûlait les souliers. M. Costa nous a fait connaître toute une faune d'insectes vivant dans les fumaroles (*Atti della R. Acad. di Napoli*, 1836). M. Abich a vu des choses semblables à l'Etna. Des mouches y vivaient dans une atmosphère où il n'aurait pu laisser sa main sans se brûler (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 1836, vol. VII, p. 102).

Outre ces nombreux coléoptères et crustacés du sol salin et de l'alentour des sources salées (1), il y a même des insectes qui pas-

(1) Catalogue de ces Coléoptères, par Ahrens (*Ivis*, 1833, p. 642),

sent une partie de leur vie dans l'eau de mer comme le *Blemus* d'Audouin (*L'Institut*, 1833, p. 38; *Ann. sc. nat.*, 1835, vol. III, p. 30), et Darwin a trouvé des coléoptères vivant dans l'eau de mer à dix-sept milles du cap Corrientes (voy. *Hist. nat.*, 1844, vol. I, p. 101, édit. all.).

D'après tous ces faits il est incontestable que les sédiments les plus anciens n'ont pas été déposés, au moins sur la plus grande partie du globe, dans une eau extrêmement chaude, car les plantes et les animaux de ces temps n'y auraient pu exister. D'après l'analogie avec le monde actuel, le maximum de cette température devait varier à la surface de la mer et jusqu'à une certaine profondeur entre 70 et 80 degrés centigrades, et sa moyenne aurait dû être au moins 40 degrés ou même un peu au delà. Or ce résultat concorde avec l'estimation de M. de la Bèche, quoique obtenu différemment. Lorsque l'on considère qu'un petit nombre de substances chimiques se volatilise déjà à 100 degrés centigrades, et que la pression atmosphérique était alors plus grande qu'aujourd'hui, on reste étonné que la température de la mer n'ait pas été plus grande.

D'une autre part ce panorama de la vie organique de nos eaux thermales nous indique les êtres dont nous devons rencontrer les dépouilles dans les couches sédimentaires les plus anciennes, savoir : des algues marines, des polypiers, des éponges, des infusoires, des mollusques, des crustacés, des insectes, des poissons et même des amphibies. Or aujourd'hui, grâce aux paléontologues primaires, parmi lesquels brillent nos collègues de Verneuil, Agassiz, etc., tous ces différents genres d'animaux ont été successivement reconnus et décrits. Néanmoins il resterait à découvrir les tortues, s'il ne devenait pas probable qu'elles ont été d'abord remplacées par des poissons moitié tortues, ou par des êtres protégés extérieurement contre la chaleur et la salure du liquide marin. Aujourd'hui encore les amphibies, comme les lézards et les tortues, forment, avec les oiseaux, les seuls habitants des classes supérieures animales dans les îles isolées, l'image de l'embryon de

---

Schaum (*Zeitsch. f. Entomol. de Germar*, vol. IV, p. 174), von Heyden (*Allg. Augsburg. Zeit.*, 1841, p. 1108). Pour les crustacés, *sur l'Artemia*, etc., par Audouin (*Ann. des sc. nat.*, 1836, vol. VI, p. 226; 2e sér., vol. XVI, p. 377, ou *Comptes rendus de l'Acad. des sc. de Paris*, vol. III, p. 545, et vol. IX, p. 570), Dunal (*L'Institut*, 1837, n° 221; *Isis*, 1837, p. 854). Pour le *Cancer salinus* (*Ann. of phil.*, 1816, vol. VIII, p. 70. *Voy. l'Hist. nat. de Darwin*, 1844, vol. I, p. 77).

nos continents. De plus, les crapauds des eaux thermales actuelles constituent un accident remarquable, parce qu'ils nous autorisent en quelque sorte à attendre dans les amphibies primaires plutôt des formes de batraciens que celles des lézards ou sauriens, ce qui se confirme aussi déjà en partie.

Quant aux crustacés des eaux thermales, ils nous expliquent le nombre et la variété des trilobites primaires, qui pouvaient supporter une assez haute température grâce à leur carapace cornée. Les mollusques offraient dans ces temps reculés déjà des représentants de toutes les divisions malacologiques d'aujourd'hui ; les polypes étaient nombreux en espèces et genres. Par analogie nous devons aussi supposer qu'il y avait des insectes aquatiques et terrestres en assez grande quantité, puisqu'il y avait des plantes de mer et de terre. En effet, ces dernières n'existent que pour nourrir des animaux, et les insectes sont en partie nécessaires à leur fructification (Schweigger, *Die nützlichkeit der Bienen*, 1811, in-8 ; Spencer, *Philos. mag.*, 1844, 2 sér., vol. 24, p. 90). La fragilité de ces êtres et leur difficile conservation suffisent pour expliquer leur manque apparent dans le terrain primaire ancien.

Néanmoins leur quantité ne doit pas avoir été petite, puisque les algues marines étaient tellement abondantes que M. Forchhammer croit pouvoir attribuer aux parties chimiques de ces végétaux la composition des schistes alumineux primaires (*Report of the brit. Assoc.*, 1844 ; *J. de chim. d'Erdmann*, 1845, vol. XXXVI, p. 385). Les infusoires auraient dû être aussi en très grand nombre, si l'on devait attribuer tous les schistes siliceux à leurs dépouilles siliceuses, ce qui ne paraît pas être toujours le cas, puisqu'ils sont en partie le produit de métamorphoses de contact et de silicifications au moyen d'eau thermale ou de vapeurs aquo-siliceuses.

— Pendant l'*époque silurienne* les mers avaient déjà gagné çà et là en profondeur par suite d'affaissements, mais dans les parages littoraux elles avaient conservé le plus souvent leur petite profondeur. Les îles, de leur côté, avaient gagné en surface par les soulèvements, les alluvions et les éruptions volcaniques. Les récifs sous-marins avaient augmenté. Comme les couches siluriennes renferment çà et là les restes d'une végétation tropicale insulaire et assez sèche, il a dû exister déjà des vallées assez larges pour la recevoir. De petites plaines devaient avoir déjà été couvertes de fougères arborescentes et de lycopodiacées, tandis que, comme dans les îles actuelles tropicales, les graminées s'y trouvaient proportionnellement en bien plus petite quantité. Ces plaines n'étaient pas toutes

sur le bord de la mer, mais elles occupaient aussi des enfoncements séparés, où ces végétaux pouvaient s'accumuler à peu près comme dans nos tourbières. Cette configuration du terrain nous est indiquée non pas seulement par les végétaux, mais surtout par la houille silurienne. Sur ces mêmes plaines ont dû croître tous ces végétaux nombreux en genres comme en espèces dont quelques portions ont été découvertes déjà dans le système dévonien. La position en amande de ces gîtes de houille ancienne confirme notre supposition de bassins (Virlet, *Bull. soc. géol. de Fr.*, 1849, vol. VI, p. 610). D'ailleurs les couches siluriennes renferment de puissantes assises de gravier, de sable et de cailloux, ce qui dénote de forts courants d'eau. Or si une partie de ces derniers peuvent avoir été marins, les autres n'ont pu que venir de terres fermes. Les destructions des cours d'eau étaient plus grandes qu'à présent, vu la plus grande masse des eaux sous ce climat chaud et vaporeux et la plus grande pente du terrain. D'un autre côté, ces grès siluriens démontrent par leurs dépouilles marines animales qu'il y avait déjà d'assez grands rivages.

La mer près du littoral perdit aussi de sa profondeur et changea de place, ce qui dut, selon les lieux, tantôt détruire et tantôt favoriser le travail calcaire des polypes ; ainsi s'expliquent ces alternances de sédiments argileux, arénacés et calcaires, et les passages qui les unissent. Je ne reviendrai pas sur les rapports supposés des diverses couches minérales avec les saisons, et les marées diurnes et équinoxiales.

Qu'on me permette ici, avant d'aller plus loin, la remarque qu'en comparant cette configuration ancienne de notre planète avec celle de la lune, on obtient la preuve géologique que ce satellite n'a pas d'atmosphère ou n'en a qu'un atome; car sans cela il aurait été soumis aux pluies, et il se serait formé des vallées d'alluvion. Au contraire, nous ne devons retrouver que les configurations terrestres dans les planètes parce qu'elles ont une atmosphère, de la pluie et de la neige.

— Dans l'*époque devonienne* les océans occupaient déjà moins de place et s'étaient accrus en profondeur, tandis qu'il s'était formé dans les îles de plus grandes plaines où croissaient les végétaux des houilles dévoniennes, et surtout celles de la période suivante. De grands arbres des tropiques devaient même se montrer dans les montagnes, en même temps qu'autour des îles pullulaient les récifs de polypiers. D'un autre côté, les masses puissantes de grès et d'agglomérats rouges de ce temps-là indiquent des destructions considérables de roches granitoïdes et plutoniques, dont la place a en

grande partie disparu. Ainsi devait se former un contraste tout particulier entre les anciennes montagnes pointues et à crêtes aiguës, et ces dômes et ces masses éruptives allongées, qui couvraient surtout le pied des montagnes et le bas pays, ou qui ressortaient en volcans du sein de la mer. Les vapeurs chaudes et acides ne devaient pas non plus y manquer. Naturellement les débris plutoniques donnèrent souvent lieu sous la mer à des agrégats stratifiés à fossiles; or s'ils étaient fins et cimentés comme les ponces trachytiques, il se peut qu'ils simulent à présent des porphyres. Je répète ceci pour répondre à cette prétendue objection contre le plutonisme qui a été reproduite dernièrement (*Arch. de min. de Karsten*, 1848, vol. XIX, p. 419 et 420; Robert, *Bull.* etc., 1841, vol. XII, p. 23; Naumann, *N. Jahrb. f. min.*, 1841, p. 194).

Toutes les fois qu'eurent lieu des destructions et de grandes alluvions, il dut se former çà et là des trous, des sillons et des vallées, qui, comblés plus tard, donnèrent lieu aux stratifications transgressives où un terrain devint le rivage d'un autre. Ces lavages des terres fermes durent naturellement être les plus considérables aux instants des plus grands affaissements et soulèvements.

Les eaux courantes transportèrent à la mer une masse de terre végétale; la mer en enleva aussi aux portions affaissées des terres, et de la sorte se formèrent en partie les argiles et les marnes. Ce n'est donc que rarement qu'on retrouve cette ancienne terre végétale lorsqu'elle nous a été conservée par une roche qui l'a recouverte d'une manière favorable comme dans les houillères où les végétaux ont encore leurs racines. Ce n'est ni dans les plaines ni dans les très hautes montagnes qu'on peut espérer d'en retrouver; s'il s'en est conservé, ce serait sur des plateaux de moyenne hauteur.

Dès qu'on parle de mouvements dans la croûte terrestre, il est clair qu'il a dû en résulter des fentes, des émanations gazeuses et des eaux minérales; aussi voyons-nous apparaître partout à leur suite des dépôts ferrifères de divers genres qui dépendent de ces dernières.

Les formations plutoniques et les soulèvements contribuèrent surtout à former ces bassins plus ou moins isolés des *grandes houillères anciennes*. La surface du terrain a dû offrir des rochers soulevés, des fentes profondes, des eaux stagnantes et courantes, ainsi que des eaux minérales; c'est ce qui explique le fer des houillères aussi bien que leurs marnes et leurs calcaires d'eau douce avec des débris d'entomostracés et de poissons. Comme corollaire de cet état de choses, nous devons nous imaginer après la période houillère des

dômes et cônes porphyriques à longues traînées de lave, des rochers en muraille, ou quelquefois même en colonnades, des restes de coulée ou de filons.

S'il y avait encore des îles avec leur forme primitive, il y en avait déjà un certain nombre dont le noyau était formé par des montagnes schistenses et anciennes de 2 à 3,000 pieds d'élévation, flanquées de hauteurs de 1,000 à 1,500 pieds, tandis que plus loin, et souvent dans la plaine, il y avait des volcans ou au moins des dykes et des culots plutoniques, à teintes rougeâtres et blanchâtres, à surface nue et déchirée; ailleurs se présentaient des buttes escarpées ou des colonnades rocheuses. Plusieurs de ces montagnes plutoniques dépassaient peut-être l'élévation des hauteurs moyennes ou atteignaient même celle des montagnes centrales. Comme dans tous les pays volcaniques, il a dû exister beaucoup de vallées d'écartement ou d'alluvion avec des bords escarpés ou couverts de débris, ainsi que des sources abondantes. Çà et là, et surtout à l'entour des grands centres volcaniques, les débris plutoniques ont dû former, par suite de la décomposition ou de la destruction aqueuse, ces amas informes ou ces pointes qui caractérisent encore çà et là les tufs volcaniques et trachytiques (Hamilton, *Asie-Mineure*).

Les eaux étaient abondantes soit à cause des pluies, soit à cause des eaux minérales nombreuses; les mouvements du sol étaient fréquents; donc on ne doit pas être étonné des destructions arrivées à ces époques. Maint cirque et même mainte vallée actuelle peut tout simplement indiquer la place de ces éjaculations aqueuses, comme les puits naturels des terrains secondaires sont le produit du passage des eaux minérales des temps plus modernes. Failles de dislocation, fentes et sorties d'eaux thermales et minérales sont comme Castor et Pollux; on ne doit donc pas être surpris du rôle que ces dernières ont joué dans le remplissage des filons métallifères, tout en accordant qu'une partie soit due aux injections et sublimations. Le passage des eaux minérales dans les fentes des filons est même indiqué par la nature, car c'était le lieu le plus favorable pour leur sortie, et maintenant encore la moindre fente du sol se remplit le plus souvent d'eau. Parler de la direction des filons métallifères serait sortir de mon cadre. Il y a là des phénomènes très curieux à étudier, tels que la distribution des gîtes aurifères qui se montrent bien plutôt dans les chaînes N.-S. que dans celles courant de l'E. à l'O.

A *la fin de la période des houillères anciennes*, les terres émer-

gées et l'Océan avaient déjà quelque ressemblance éloignée avec nos continents et nos mers, quoique ces derniers n'eussent pas acquis leurs profondeurs considérables d'aujourd'hui, et que les terres fussent encore peu étendues et la plupart sous forme d'îles. Mais la direction de ces dernières était souvent différente, parce qu'elles n'avaient pas encore éprouvé les soulèvements arrivés plus tard. Une série de hautes sommités, d'environ 3000 pieds, à cimes pointues, évasées, couvertes en partie de forêts, étaient séparées du plat pays par une zone assez considérable de collines plus basses, d'environ 1500 pieds, où l'on remarquait beaucoup de bouquets d'arbres et d'arbustes bizarres, tandis que les montagnes plutoniques s'élevaient souvent encore plus haut et offraient une végétation luxuriante. Dans les parties les plus basses, le long des rivières, et surtout près de la mer, s'élevait un terrain en pente douce ou en terrasse, avec une hauteur absolue moyenne de 100 pieds, tandis que dans la période primaire ces sortes de plates-formes ne dominaient la mer que d'une altitude de 60 à 80 pieds. Un tel tableau se conçoit bien quand on a voyagé autour du Harz, du Thuringerwald ou du Morvan.

Le pays était couvert en grande partie de graminées, d'arbustes et d'arbres. Les cryptogames et les phanérogames monocotylédons s'y mêlaient aux gymnospermes. Il existait une riche faune d'insectes et de crustacés; les eaux de l'intérieur des terres étaient animées par des mollusques, des poissons et des reptiles, en même temps que des amphibies particuliers, ainsi que des poissons singuliers vivaient aux débouchés des rivières dans la mer.

La fin de la période houillère a été des plus remarquables pour les *rapports de température de la surface terrestre*. Jusque là le calorique rayonnant de la terre avait empêché la formation de la neige éternelle et des glaces, même aux pôles. La température plus élevée de la mer avait contribué à établir sur toute la terre un climat assez égal et au moins beaucoup plus uniforme qu'à présent. Les courants atmosphériques étaient moindres, avaient en partie d'autres directions, et les courants marins d'autres allures. Après le dépôt des houilles, la terre s'était assez refroidie pour que la chaleur solaire ne suffît plus en été pour fondre toutes les glaces polaires et pour donner lieu à l'établissement de climats divers. Le peu que nous connaissons de la géologie arctique nous autoriserait même à croire que ce refroidissement de la surface terrestre, et, par conséquent, cet arrêt dans les formations sédimentaires, a eu une marche plus rapide dans le nouveau que dans l'ancien monde, car nous voyons le

trias et même le Jura s'élever beaucoup plus au nord en Asie qu'en Amérique.

Dès que les pôles furent revêtus de leur calotte de glace, il en résulta, de l'équateur aux pôles, de forts courants d'une direction donnée et un certain nombre de courbes isothermes. Ces dernières ont dû prendre leur forme actuelle dès le moment où les continents actuels furent ébauchés, et surtout dès la séparation des océans Atlantique et Pacifique, et à l'instant où les deux grands courants marins actuels commencèrent.

Nous ne savons pas si les courbes isothermes actuelles occupaient déjà, lors du trias, les places qu'elles occupent aujourd'hui; mais il paraîtrait qu'au moins dès le dépôt du lias cela a eu lieu, de manière qu'on obtiendrait pour les temps géologiques trois périodes thermiques bien différentes, dont la moyenne, s'étendant depuis la fin du grand dépôt des houillères jusqu'à la période jurassique, formerait un temps de passage entre le monde ancien et le monde nouveau. Naturellement la valeur numérique des lignes isothermes actuelles est moindre que celle de ces courbes pendant les époques tertiaire, crétacée et jurassique, quoique les unes et les autres occupent environ les mêmes places.

Les flores et les faunes fossiles nous indiquent par analogie un climat tropical jusqu'à l'époque tertiaire, mais il ne faut pas oublier la différence de température que nous présentent, entre les tropiques, les grands continents et les îles, la température moyenne des uns pouvant varier de 34 à 40 degrés centigrades, tandis que celle des dernières n'est que de 26 à 31 centigrades. Or, dans les temps géologiques anciens, il y avait surtout beaucoup d'îles; donc la chaleur sur la surface terrestre n'a jamais dû être très grande ni excessive, au moins jusqu'à la période crétacée; elle devait être modérée lors du dépôt tout insulaire des houillères, et n'excédait pas environ 31 centigrades de température moyenne. Ainsi nous voyons que Ténériffe ne jouit que de 27°,5 centigrades de température moyenne. Les chaleurs excessives, comme celles de 45 à 52° centigrades pour certains moments de l'année en Afrique, ne devaient avoir lieu tout au plus que dans quelques îles très grandes. Plus tard et à partir de l'époque secondaire, l'altitude différente des contrées a dû exercer son influence sur la température moyenne et extrême. On sait qu'elle produit sous les tropiques 1 degré centigrade de différence pour 187 mètres de hauteur, et dans la zone tempérée 1 degré centigrade pour 174 mètres (*Mém. soc. d'Arcueil*, vol. III, p. 592). En se servant de la classification que M. Koch a faite de l'ensemble des végétaux en trois

royaumes, savoir : celui du nord, celui des tropiques et celui du sud ou l'Australie (*Monatsber. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin*, 1851, vol. VIII, p. 297), on pourrait presque caractériser la végétation tertiaire et crétacée par ce qu'il appelle son type boréal, celle des périodes anciennes jusqu'à la fin du dépôt des houillères anciennes par son type tropical, tandis que son type australien répondrait aux époques secondaires anciennes et moyennes. Si cette comparaison était vraie, cela donnerait de nouveaux indices sur la température propre à chacun de ces grands espaces de temps.

Pendant la période crétacée, et surtout pendant la période tertiaire, s'est fait sentir l'influence de l'existence des continents; à cause de cela il pouvait faire entre les tropiques plus chaud à la surface terrestre, ou au moins aussi chaud que jadis, quoique la terre se fût refroidie ou que sa température moyenne générale eût baissé. Dans les zones tempérées, le voisinage plus ou moins grand des pôles et la hauteur relative des lieux ont pu modifier la température plus que la grandeur des continents, qui, comme on sait, y donne aux étés plus de chaleur et aux hivers plus de froid. C'est pour cela que la différence du climat tertiaire à celui de l'époque alluviale ancienne doit avoir été considérable et a bien pu produire un froid capable de détruire beaucoup de mammifères tertiaires. Cela paraîtrait avoir eu lieu dans les deux zones tempérées, de manière à dénoter clairement un même effet de froid dû à l'influence des pôles. Si nous ne connaissons pas encore bien ce qui s'est passé dans les régions australes, dans notre zone tempérée au moins il paraît bien prouvé que ce froid a été engendré par des affaissements, qui ont permis à la mer Glaciale arctique de pousser ses limites méridionales jusque dans le centre de l'Europe, et d'y produire une atmosphère plus froide et plus humide. M. Martins estime la température de la mer d'Écosse à cette époque à la valeur de zéro du thermomètre (*Edinb. n. phil. J.*, 1851, vol. L). A ce compte, cette mer aurait été totalement exclue de l'effet thermique du grand courant atlantique. C'est de cette basse température que la terre des zones tempérées aurait passé ensuite à la température d'aujourd'hui, qui ne s'est plus modifiée que localement par des causes bien connues, comme les déboisements, les desséchements, etc.

La découverte des véritables températures par lesquelles a passé le globe pendant ses diverses phases peut conduire à la solution du problème de *l'âge de la croûte terrestre*. Si la proposition est vraie, que la terre ait été à l'état de fluidité ignée, et qu'elle ait reçu du soleil toujours la même quantité de chaleur, on peut estimer

ou limiter la quantité de chaleur perdue et reçue par la terre et arriver à la fixation numérique d'un nombre donné de siècles. Avec ces résultats on tâcherait de déterminer la même chose pour les différentes périodes géologiques, en y comparant les températures probables obtenues par les flores et les faunes fossiles et celle d'aujourd'hui. Ce serait deux échelles de température qui devraient avoir leurs parties correspondantes, de sorte qu'on pourrait arriver à fixer les temps des différentes périodes de température. Si l'on y ajoutait encore le temps qu'il a fallu à la terre pour son passage de l'état gazeux à l'état fluide, on aurait les dates les plus importantes de ses diverses phases. Ces calculs toutefois pourraient être fort imparfaits s'il était prouvé que la quantité de la chaleur solaire est soumise à des variations séculaires (Meech, *Americ. journ. of sc.*, 1851, 2 sér., vol. X, p. 49).

— Après la *période houillère*, la mer a de nouveau perdu en étendue pour augmenter çà et là en profondeur par les soulèvements et les affaissements du sol; mais autour de beaucoup d'îles l'eau était restée très basse. Sur tous les rivages, et surtout sur ceux des régions volcaniques, se formèrent des alluvions d'autant plus grandes que ces phénomènes plutoniques étaient accompagnés de pluies, de débâcles de lacs et de mouvements du sol. En même temps les polypes continuaient leurs constructions calcaires dans les bas-fonds. Ces dépôts, comme ceux des sources minérales, s'intercalèrent en entier entre des alluvions où ils étaient démantelés par les flots et réagrégés plus loin. Il sera peut-être possible de reconnaître la direction du transport des alluvions et d'arriver à des résultats comme ceux de M. Alcide d'Orbigny pour le *forest marble* français (*Bull.*, 2e série, 1849, vol. VII, p. 45). La direction du vent est un autre genre d'étude aussi à considérer, puisque M. Ringler Thompson a pu la déterminer pour le temps du dépôt du crag anglais (*Quart. J. geol. Soc. of Lond.*, 1849, vol. V, p. 353).

Pendant l'*époque du zechstein* avaient eu lieu de nouveaux soulèvements plutoniques ainsi que des affaissements, des inondations et beaucoup de destructions, de manière qu'il se forma une masse de matières alluviales dans le voisinage des contrées où ces phénomènes eurent lieu. Il en résulta une mer peu profonde le long des rivages, ce qui favorisa beaucoup le développement des mollusques dont les débris formèrent le *muschelkalk*. Le trias n'est qu'une alluvion plus ou moins grossière, plus fine dans le haut que dans le bas et à amas calcaires par ci par là. De là ces alternances de calcaire, de marne et de grès au-dessous et au-dessus du muschelkalk. Ce serait la cause de la rareté des polypiers conservés

dans ce calcaire, ce qui est aussi arrivé au zechstein. Dans le golfe de Saint-Cassian et des Alpes vénitiennes, il y en a cependant quelques uns en même temps qu'une faune plus littorale a trouvé l'occasion de s'y développer.

Les terres émergées n'avaient pas beaucoup changé d'aspect comparativement à ce qu'elles étaient à la fin de l'époque carbonifère, si toutefois on fait abstraction des destructions considérables dans beaucoup de montagnes plutoniques et des différences de la végétation des deux périodes. Néanmoins les terres et les îles avaient gagné en surface, tandis que leurs plus hautes chaînes, leurs montagnes et leurs collines avaient acquis une plus grande hauteur moyenne et de plus hautes sommités isolées, comme je l'ai exprimé en chiffres dans mon précédent mémoire. Le muschelkalk paraît avoir été le premier dépôt calcaire qui ait produit des plates-formes de quelque étendue. Le long des rivières d'un cours peu étendu, et sur le littoral, le pays plat était habité déjà par de grands animaux vertébrés, tels que des lézards, des batraciens et même des oiseaux, tandis que les animaux invertébrés vivaient partout et même jusque dans des montagnes de 5000 pieds d'élévation. La question de l'existence des mammifères à cette époque reste indécise, à cause de l'incertitude de savoir à quels animaux il faut attribuer ces quantités et cette variété de pas qu'on a découverts dans le trias des deux mondes. De pareils accidents démontrent, de même que les traces de gouttes de pluie et celles du passage de certains vers, qu'une partie au moins de ces couches a dû se déposer tranquillement par une série de flux et de reflux de la mer, car sans cela la conservation de ces curiosités aurait été impossible.

Les deux *grès du trias* ne sont que le résidu de la destruction de roches plutoniques et schisteuses, et n'existent guère qu'en petite quantité dans les contrées où les actions ignées n'ont pu être en jeu. Leur puissance est complétement en rapport avec les causes premières de la production de ces débris, la quantité de pluie et la pente des eaux courantes à cette époque. Ce transport de débris n'a pas cessé totalement après le keuper, car dans certaines contrées le lias renferme un *grès ;* dans d'autres on trouve des agglomérats de roches schisteuses sous les oolites ferrugineuses, ou bien des *arkoses granitoïdes*. Si ces dernières proviennent du granite, les autres variétés de grès dérivent de roches schisteuses anciennes et non pas de roches feldspathiques plutoniques.

— Dans la *formation jurassique*, nous reconnaissons complétement le tableau des dépôts de nos jours. Sa base, le lias, n'est que la

vase de nos rivages et des deltas fluviatiles, et contient comme eux une grande richesse de mollusques, de poissons et d'amphibies, avec des fragments de plantes, et les argiles d'Oxford et de Kimmeridge n'en sont qu'une répétition. Quand on sait que la vase de la mer du Nord contient tant d'infusoires, il serait intéressant de les rechercher dans ces limons anciens. Les oolites et les couches jurassiques si riches en fossiles sont la preuve du peu de profondeur des mers où elles furent formées, comme cela se voit encore maintenant entre les tropiques. Le calcaire lithographique du terrain jurassique supérieur a exigé pour sa formation des fonds de mer peu profonds et protégés contre les flots; c'étaient des enfoncements entre les récifs à polypiers du coral-rag, tandis que la conservation de fougères et d'os de mammifères dans d'autres couches indique le voisinage du rivage.

Avec l'époque jurassique la mer s'était encore plus approfondie et avait perdu çà et là ses rivages peu profonds. Les îles s'étaient agrandies et étaient bordées de bandes considérables de terrain plat, ou de falaises rocailleuses, avec des promontoires surbaissés. Le sol sec, propre au terrain jurassique, avait contribué en partie à la production de ces singulières cycadées et en général à cette végétation ensevelie dans la craie et en partie dans les couches jurassiques. Actuellement on pourrait lui comparer d'une manière éloignée celle de certaines côtes du Chili et de la Nouvelle-Hollande.

Après le keuper il devient manifeste que les grandes îles étaient plus nombreuses; elles s'étaient plus groupées et elles n'étaient plus distribuées isolément et partout. Par ces rapprochements de voisinage, certaines parties des mers étaient devenues plus tranquilles, de manière que le travail des polypes et les bancs de coquillages littoraux ont pu se conserver intacts sur de grandes étendues. Néanmoins cela n'a eu lieu que pour certains moments de cette époque, car il y a eu aussi des soulèvements dans ces temps-là, ainsi que l'attestent certaines couches jurassiques percées de coquillages perforants. Il est remarquable de retrouver dans les terrains jurassiques peu tourmentés postérieurement les deux formes des récifs à polypiers, savoir, celle des atolls (forme circulaire) et celle d'une longue ligne parallèle à une côte comme nous le voyons à l'est de la Nouvelle-Hollande. Je serais assez disposé à retrouver même la place des lagunes des atolls dans certains enfoncements ou bassins jurassiques, comme, par exemple, dans les environs d'OEttingen en Bavière, où les polypes se sont établis sur un fond plutonique.

Si le grès rouge secondaire et le zechstein dessinent déjà le rebord de nos grands bassins, la configuration de la surface terrestre après le Jura concorde complétement avec la configuration actuelle, à l'exception des points où de hautes chaînes ont été formées depuis lors. Nos bassins d'à présent, avec une bonne partie des mers qui les séparent, étaient déjà formés ou dessinés. Il ne manquait que les remplissages opérés par la craie et les couches tertiaires dans les grands golfes et les lagunes, puis les destructions arrivées postérieurement et le recouvrement partiel par des alluvions de divers âges.

— Après la formation jurassique, la production de nouvelles chaînes, ou seulement celle de fentes d'écartement et d'affaissement a dû agiter beaucoup la mer et donner lieu à des inondations; ce serait la principale cause des érosions de la surface occupée par le terrain jurassique, d'une partie de ses vallées et de ses falaises. Sur cette surface inégale, ou à côté d'elle, s'est déposé le *système arénacé inférieur de l'époque crétacée*, dont les parties constituantes paraissent être surtout les débris de schistes cristallins et de granites. Mais comme il y avait alors déjà des fleuves considérables, nous retrouvons çà et là leurs deltas, savoir des dépôts mixtes d'eau douce et d'eau salée avec des restes de polypiers, de mollusques, de poissons, d'amphibies, d'oiseaux et de mammifères terrestres. Dans les assises jurassiques il n'y a que de faibles indices de pareilles alluvions d'eau douce.

La *craie* n'est qu'un limon calcaire qui résulte de la trituration des polypiers et d'animaux marins testacés, mollusques et infusoires. Ces restes de test ont été broyés d'une manière très fine par des mouvements gyratoires dans des bassins arrondis, environ comme se forment nos remous de rivières; dans les cas où cette forme du fond n'existait pas, la craie a des allures toutes différentes.

Pendant l'époque crétacée il devait y avoir comme à présent des plaines considérables entre la mer et les chaînes élevées, puis environ les mêmes gradations de montagnes élevées, de montagnes de moyenne hauteur et de collines, ainsi que de bas plateaux et de pays bas. L'échelle de ces gradins était analogue à celle d'aujourd'hui sans atteindre toutefois des valeurs aussi grandes qu'à présent. Pour les nombres approximatifs je renvoie à mon précédent mémoire. D'après cela on peut penser que la végétation des plaines et des coteaux n'était point celle de la région forestière des montagnes de moyenne et de grande altitude, tandis qu'il y avait déjà une troisième végétation pour les plus

hautes cimes et les parties très abruptes. Malheureusement les herbiers fossiles ne peuvent guère nous présenter que des débris des deux premières végétations et non pas de la dernière. La vie animale, de son côté, s'était très développée, ainsi que l'attestent les restes d'une foule de mammifères terrestres et même de quadrumanes dans les premières couches du *terrain éocène*.

— *Avec ce dernier terrain commence véritablement la configuration terrestre actuelle*; car alors furent formées beaucoup des plus hautes chaînes et des plus grandes profondeurs des mers, quoique plus tard une répétition des mêmes phénomènes produisît encore de plus grands effets. La surface de la craie en fut lavée et sillonnée comme jadis celle du Jura. Plus la pente des terres et la hauteur des montagnes augmentaient, plus grandes et plus longues devaient être les oscillations de la mer mise en mouvement par des changements dynamiques dans la croûte terrestre. La meilleure preuve de ce rapport réciproque se trouve dans la comparaison des catastrophes semblables arrivées aux diverses époques anciennes et récentes. Il s'établit ainsi une certaine échelle proportionnelle de grandeur entre les dénudations différentes et la hauteur des chaînes formées à ces divers instants ainsi qu'entre elles et la profondeur des mers aux différentes époques.

Probablement la neige couvrait les plus hautes cimes des montagnes, surtout dans les zones tempérées, mais elle fondait en été et il ne pouvait se former de glaciers qu'aux pôles; car sans cela nos dépôts tertiaires devraient nous offrir des blocs erratiques et des restes de moraines, ce qui n'a pas lieu, tandis qu'il y a des observations qui démontrent l'existence de blocs glaciaires dans les alluvions anciennes. M. Sinony a en particulier établi ce fait par un dessin, et a eu recours à un radeau de glaces flottantes pour son explication. De pareils changements climatériques ont dû influer puissamment sur la végétation et contribuer à en établir plusieurs zones en hauteur. En général les gamopétales remplacèrent en grande partie les apétales de l'époque crétacée.

Les formations tertiaires indiquent par leurs nombreuses pétrifications qu'elles sont le passage de l'ancienne nature à la nôtre. Beaucoup de petits golfes furent comblés; les plus grands ne le furent qu'en partie; le nombre des lagunes s'amoindrit beaucoup. Il y en eut qui oscillèrent de l'état d'étang d'eau douce à celui d'eau saumâtre et *vice versâ*. Les grands transports par des courants ou d'énormes vagues avaient cessé de manière à permettre à des bancs d'huîtres et d'autres coquillages littoraux de se conserver dans la vase sur des étendues fort grandes de rivages.

Aujourd'hui on retrouve ces bancs toujours au même niveau, ou bien sur des horizons divers, si le fond des mers a subi quelque mouvement (Hébert, *Bull.*, 2e série, 1850, vol. VII, p. 353).

Les *rivages des mers tertiaires* sont infiniment plus distincts que ceux des terrains anciens. Ils sont si peu effacés qu'on peut s'y croire encore au bord d'un golfe ou d'un océan. Des agglomérats aux pieds des falaises, des rochers corrodés à différentes hauteurs et çà et là des trous de coquilles perforantes, quelquefois même avec leur test conservé, enfin des balanes encore adhérents, etc., rien n'y manque. D'une autre part, comme aujourd'hui, des falaises escarpées y alternent avec des rivages bas et des promontoires surbaissés. Si les rivages tertiaires étaient bordés de grès vert, on y devait voir quelques unes de ces formes pittoresques qui caractérisent le quadersandstein de la Suisse saxonne. Un certain nombre de mers tertiaires ou de golfes étaient séparés par des isthmes assez larges, tandis qu'ailleurs ces murailles de séparation pour des faunes diverses se réduisaient à des largeurs même moindres que l'isthme de Suez ou de Panama. Des îles et des récifs existaient dans ces mers et étaient composés de divers terrains anciens.

Pendant l'*époque tertiaire ancienne et moyenne*, la mer a acquis en grande partie ses profondeurs actuelles, et les chaînes élevées leur altitude ainsi que leurs formes aiguës ou fendillées et leur caractère alpin, mais le point culminant de ces changements arriva un peu plus tard lors de la première période alluviale. En même temps se formèrent ces chaînes énormes trachytiques et basaltiques, ces montagnes coniques ou en dômes qu'on observe dans tous les continents, soit aux pieds des grandes chaînes, soit sur leurs dos ou plateaux. Une portion de ces montagnes ne sont que des restes de coulées de laves démantelées. Néanmoins les roches trachytiques paraissent dominer dans les plus grandes altitudes, et les basaltes restent plutôt dans les contrées basses. Par suite d'une fluidité et d'un refroidissement particuliers, se produisirent ces amas de trachyte vitreux, qui sont l'image de la désolation, et ces agglomérats ponceux, qui tendent à diminuer un peu l'âpreté d'une nature pareille. De leur côté les agrégats volcaniques grossiers donnèrent lieu à des collines et à des montagnes de formes allongées, arrondies, et çà et là abruptes, qui maintenant sont en partie boisées, le sol étant favorable à la végétation par sa richesse alcaline.

De grandes vallées furent comblées par des ponces ou des lapilli; les cratères d'éjection se sont encore quelquefois conservés comme cirques ou cratères-lacs. Ailleurs les trachytes et les basaltes pro-

duisirent dans la plaine tertiaire, ou dans la mer, des roches, des îlots et des promontoires, ou des rochers escarpés et des montagnes de moyenne hauteur qui sont dominées par de plus hautes cimes. Il va sans dire que souvent les cours des eaux furent dérangés par ces phénomènes, que des lacs furent formés, des débâcles produites, etc.; mais, en outre, dans les emplacements des hautes chaînes soumises à des soulèvements, les laves vinrent remplir çà et là les fentes de soulèvement ou d'affaissement, ou déborder même ces ouvertures pour s'injecter entre les couches neptuniennes et les altérer.

Ces mouvements du sol, ces formations plutoniques et neptuniennes, ainsi que leurs alternances locales, ont produit peu à peu, en grande partie, le pays actuel de nos collines, qui varie de quelques centaines de pieds jusqu'à mille pieds, suivant qu'on l'observe le long de telle ou telle chaîne. L'ancien pays de collines pendant l'époque crétacée et jurassique se convertit par les soulèvements en montagnes de moyenne hauteur, et ces dernières, pendant les mêmes anciennes époques, devinrent la partie de moyenne altitude de nos plus hautes chaînes, dont les pics, les aiguilles, et les crêtes s'élèvent encore plus haut.

Entre les tropiques se formèrent, peu à peu, les déserts sableux et calcaires, aussi bien que ces grandes plaines couvertes de palmiers et de forêts vierges, plaines qui s'accrurent encore énormément en surface par les alluvions fluviales et par celles de la mer. Lorsque les continents eurent de hautes chaînes, s'établirent ces étages de végétation différente que M. de Humboldt nous a peints admirablement. D'une autre part, dans les zones tempérées commença aussi, pour les végétaux, la distinction des régions maritimes, des plaines basses, des collines, des montagnes et des Alpes. Plus tard, pendant l'époque alluviale, le territoire alpin de l'époque tertiaire se partagea probablement en nos zones sub-alpine et alpine ou polaire. Naturellement les animaux durent s'adapter à ces changements, d'où résulta un accroissement dans le nombre des genres et des espèces.

—A cette *époque des alluvions anciennes* eurent lieu aussi beaucoup de ces violentes séparations, de ces affaissements et écroulements qui ont donné leur forme actuelle aux bassins de nos océans, de nos mers intérieures et de nos lacs, ainsi qu'à beaucoup de nos détroits de mer. En considérant ces surfaces aqueuses, on observe toujours dans leur voisinage des chaînes très hautes et très récentes, qui sont encore le siége de volcans brûlants, ou qui offrent les traces de volcans éteints. Ainsi la mer Pacifique est bordée de volcans; le

fond de l'Atlantique est parsemé, du nord au sud, d'îles volcaniques et de volcans sous-marins; les mers du Groënland ont çà et là des falaises de basalte; la mer Méditerranée, des volcans et des trachytes; les mers Caspienne, d'Aral et de Balkasch, d'énormes cônes trachytiques; le lac Baikal, des roches semblables et des porphyres; le lac de Constance, des cônes de phonolite; le lac Supérieur, en Amérique, une abondance de trapp, etc., etc.

Si l'on étudie les enfoncements plus petits ou les fendillements, on y remarque très souvent de riches sources minérales ou des localités souvent visitées par les tremblements de terre, véritables centres de ces oscillations du sol. Comme exemple du premier genre, nous pouvons citer le grand lac Salé, à l'est de la Californie; il n'y a peut-être pas de place sur la terre plus riche en eaux thermales et salines. La vallée du Rhin moyen, avec sa grande variété d'eaux minérales des deux genres, serait un exemple de fendillement. Quant aux tremblements de terre, leurs foyers se trouvent au milieu des grands bassins ou sur l'entrecroisement des grandes vallées, ou de fentes comme à Komorn en Hongrie, à Stagno en Dalmatie, à Aulone et Bérat en Albanie, à Fione, Bregazzo et Rendana dans le Tyrol méridional, au lac de Laach sur le Rhin inférieur, à Comrie en Écosse, etc., etc.

Pendant l'époque alluviale ancienne le commencement des *glaciers* forme un des phénomènes les plus remarquables qui fait le pendant des calottes de glaces polaires après l'époque carbonifère. Par suite de la température nouvelle, les hautes cimes se couvrirent de neige, les vallées supérieures s'en remplirent, ces neiges ne fondirent plus toutes en été, et il en résulta les glaciers. En joignant ce phénomène au commencement des champs de neiges et des glaces polaires, on obtient, pour les différentes périodes géologiques, une série de lignes de neige perpétuelle qui, partant du pôle pour gagner les pointes des plus hautes cimes, s'abaisse toujours plus, et s'approche toujours plus de l'équateur à mesure qu'on avance des temps anciens vers les temps modernes. Les différentes élévations des gradins de cette sorte d'escalier trouveront un jour leurs chiffres exacts, dès qu'on sera d'accord sur la température probable de chaque époque, et sur la hauteur approximative de leurs plus hautes chaînes.

Nous avons déjà expliqué à notre manière la grande étendue des glaciers pendant l'époque alluviale (*Sitzungsber. der K. Akad. d. Wiss.*, 1850, vol. I, p. 69). L'extension des bornes de la mer glaciale à laquelle nous l'attribuons a dû avoir pour dernière conséquence la production d'une énorme masse de débris et de vase,

lorsque des bombements continentaux repoussèrent de nouveau les flots glacés vers les pôles, et que les glaciers reculèrent en masse, de manière que MM. Morlot et Martins pourraient bien avoir raison d'en déduire çà et là une bonne partie de la formation d'eau douce du loess.

Enfin nous arrivons à ces temps où la plupart des volcans actuels brûlaient déjà, et où beaucoup d'îles volcaniques étaient plus grandes qu'à présent ou n'étaient pas si morcelées. Nos rivières, de leur côté, avaient un niveau plus élevé, leur lit était différent, et elles accumulaient beaucoup d'alluvions. Il existait aussi plus de cascades, de rapides et de lacs sur le cours de beaucoup de rivières. Leurs deltas se formaient. Or, comme elles creusent maintenant leur lit dans ces alluvions, cela indiquerait déjà un soulèvement général des continents ou des affaissements considérables au fond des océans. De là résultèrent tous ces *rivages délaissés*, ou ces alluvions avec des restes organiques formant des terrasses ou des bancs de sable.

Tous les bassins avaient aussi un bien plus grand nombre de *marais* et de *lacs d'eau douce*, ce qui nous est indiqué encore aujourd'hui par ces terres noires pétries d'infusoires (Ehrenberg, *Berlin Akad.*, 1850, p. 268), ou par ces plaines gazonnées, sans arbres ni arbustes (voir mon mémoire, *Sitzungsber. Ak. Wiss.*, 1851, vol. 1, p. 256). Une partie de ces lacs occupaient encore un niveau supérieur à celui qu'ils ont à présent, comme le démontrent des terrasses environnantes. La même chose peut se dire de certaines mers intérieures, puisque des alluvions et des dépouilles d'animaux gisent à sec sur leurs anciens rivages.

Il y eut des *eaux minérales* fort abondantes qui déposèrent des masses de travertin, tandis qu'ailleurs des cavernes et des fentes se remplirent de stalactites et reçurent des os d'animaux, des coquillages d'eau douce ou marins, suivant leur position, etc., etc.

La *terre végétale actuelle*, et la terre couvrant les montagnes, se formèrent lentement, en partie par la décomposition des roches et la végétation, en partie par des alluvions fluviatiles et marines, en même temps que les infusoires, les mollusques et les plantes produisirent des couches remplies de substances organiques.

Enfin l'atmosphère contenait déjà, comme aujourd'hui, de l'ammoniaque, et il y avait même plus d'acide carbonique dans les couches supérieures que dans les inférieures, comme prétendent l'avoir découvert MM. Schlagintweit dans les Alpes.

Ce long espace de temps des alluvions est déjà une période pour ainsi dire historique, puisque l'homme prit possession de la terre

dans la période alluviale ancienne (Oss. humains dans le loess de Lahr, *Bull. univ. des Sc. nat., de Férussac*, 1830, vol. XX, p. 199), et s'y présenta tout de suite sous les formes différentes que nous lui connaissons dans les continents divers. Mais il ne fut permis qu'à certaines races de transmettre à leurs descendants les archives de leur histoire, et leur origine, en général, est devenue un mythe.

— Jetons enfin un coup d'œil général sur la *configuration actuelle de la surface terrestre* et nous y trouverons à faire les divisions suivantes :

Les *îles* sont les unes des cônes volcaniques simples ou composés, ou seulement des fragments d'éruptions plutoniques sous la forme de plans peu inclinés ou bosselés et à bords très escarpés. Les autres sont des îles à polypiers dans les mers à bas fonds ou des fragments de continents. Dans ce dernier cas elles présentent à peu près l'image des îles du monde primordial, quand ce ne sont que les cimes les plus élevées de continents affaissés. Elles portent alors quelquefois des volcans, comme dans le cas de la Nouvelle-Zélande et quelques unes des plus grandes îles océaniques. Lorsque ce ne sont que des portions détachées des continents, elles partagent leurs formes et n'en sont séparées que par des détroits profonds ou peu profonds, suivant le mode de leur séparation par la violence ou par les flots de la mer.

Les *continents* rentrent en général dans *trois grandes formes*. Dans l'*une* il s'élève, à l'E. ou à l'O. d'une mer assez profonde, un dos d'âne, du sommet duquel part une longue pente jusqu'à une mer peu profonde de l'autre côté de ces terres. Dans ce cas se trouvent l'Angleterre, la Syrie, l'Arabie, l'Italie septentrionale, la Russie d'Europe, les États-Unis de l'Amérique septentrionale, etc. Dans ces deux dernières masses continentales la bosse est sur la côte orientale, dans les autres sur le versant occidental.

Une *seconde classe de continents* sont ceux à plateaux avec des bords plus ou moins inclinés et des hautes chaînes côtières, comme, par exemple, le Haut-Canada, la Perse, la Turquie d'Europe, l'Espagne, l'Europe centrale, l'Asie mineure, le Mexique, l'Indostan, l'Afrique méridionale et l'Asie centrale. Toute l'Afrique appartiendrait même à ce genre de continent, si l'on s'en forme un profil du nord au sud. Les mers, le long de ces pays, sont en général profondes; ce dernier accident est en rapport proportionnel avec la grandeur et la hauteur des chaînes côtières. S'il y a, au contraire, d'un côté de ces continents un plan incliné allongé, la mer y est peu profonde, comme cela se voit bien dans une coupe du Mexique, de l'ouest à l'est, et dans des coupes de l'Europe et de

l'Asie centrale, du sud au nord. Les plus hautes chaînes gisent à l'est pour l'Espagne et l'Afrique, à l'ouest pour la Turquie d'Europe et l'Indostan, tandis que dans les contrées centrales de l'Europe, dans l'Asie mineure et l'Asie centrale et une partie du Haut-Canada, les chaînes élevées sont sur le côté sud, parce que dans ces pays les rides sont dirigées surtout de l'ouest à l'est.

Les continents à plateaux s'élèvent le plus souvent en gradins, contiennent des bassins secondaires et tertiaires, où se trouvent quelquefois encore des lacs, et leurs fendillements sont en général grands et de divers genres. En Europe des phénomènes volcaniques et plutoniques ont infiniment plus accidenté leur plan incliné vers le nord qu'ils ne l'ont fait en Asie.

Les continents de la *troisième classe* sont ceux qui consistent en deux grands dos d'âne inégaux, entre lesquels il y a un enfoncement plus ou moins profond et large. Dans ce cas se trouve en petit la Scandinavie avec la Finlande, et en grand le nord et le sud de l'Amérique, tandis que la Nouvelle-Hollande forme une grandeur moyenne entre les deux précédentes. Les plus hautes crêtes, dans ce dernier continent, sont du côté de l'est, tandis que dans les deux autres elles sont à l'ouest. Dans le nouveau monde ces dos d'âne produisent par leur largeur des plateaux plus ou moins élevés, et s'étendant du nord au sud. Dans ces derniers il y a des bassins particuliers et des lacs. Dans l'Australie ces accidents ne se présentent que sur une petite échelle, et le milieu seul des dos d'âne est divisé en gradins ou terrasses assez considérables.

Les vallées les plus grandes et les plus profondes sont dans le nouveau monde. L'Amérique du Nord offre aussi de ces fiords ou baies très allongées qui distinguent la Scandinavie occidentale, l'Écosse, le Spitzberg et toute la zone arctique.

Quant à la profondeur des mers sur les côtes, elle en atteint de grandes sur les rivages occidentaux du nouveau monde, tandis que sur les côtes opposées l'eau ne gagne en profondeur qu'insensiblement, ce qui explique aussi pourquoi presque tous les grands bassins d'alluvion tertiaire et secondaire débouchent de ce côté. Si, comme ailleurs, ces rapports de la configuration plastique des côtes et du fond des mers côtières présentent des exceptions, elles ne proviennent que des destructions postérieures, effets d'affaissements et de dénudations marines.

Il est remarquable, dans tous les cas, que la troisième classe des continents ne renferme que des contrées dont les chaînes courent du nord au sud, tandis que dans ceux de la première classe dominent exclusivement les chaînes coupant obliquement l'équateur.

La seconde classe des continents n'est au contraire produite que par la rencontre et même l'entrecroisement de très grandes chaînes courant E. et O. avec des chaînes ayant les deux autres directions citées. Si cette dernière particularité donne lieu aux plateaux les plus grands et aux fentes les plus profondes, la formation des chaînes nord-sud paraît liée intimement avec la production des vallées les plus grandes et les plus profondes.

Quant aux *océans* et aux *mers*, ils se partagent en formes ovales ou *bassins* et en formes ondulées ou *fluviales*. Les dernières trouvent leur meilleure expression, en petit, dans l'Adriatique et la mer Rouge, et, en grand, dans l'Atlantique. Dans le premier cas la mer remplit surtout des vallées-fentes avec quelques parties affaissées, ce qui explique leurs profondeurs locales et leurs îles. Dans l'autre cas il semblerait que des affaissements sur une grande échelle ont donné lieu à une portion considérable de l'Atlantique, où nous remarquons, comme dans les fleuves, des rétrécissements avec des côtes escarpées, ainsi qu'une alternance de côtes plates et roides.

Parmi les mers en bassins, celles de l'intérieur des continents sont des effets très marqués d'affaissements du sol; de là leur forme ovale ou ronde, leur profondeur assez grande, etc. Elles sont bordées de rivages plats sur certains points et escarpés sur d'autres, parce qu'en général toutes ces mers ont eu une plus grande étendue, et ne sont descendues à leur niveau actuel que par des affaissements répétés, ou quelquefois par suite de fendillements. Les grandes terres basses autour des mers Caspienne et d'Aral sont un exemple des rives plates; le bord septentrional de la mer Méditerranée et celui au sud et à l'est de la mer Noire, ainsi que la Crimée, sont des côtes escarpées. L'ouverture du Bosphore et celle du détroit de Gibraltar démontrent l'influence que la formation d'une fente peut avoir sur le niveau des mers intérieures (1).

Addition extraite d'une lettre de M. Boué du 21 mars 1852.

J'ai oublié de citer dans mon mémoire l'indication fournie par M. Boucard sur l'époque assez ancienne où l'Atlantique a été séparée de l'océan Pacifique (*Ann. des mines*, 1849, vol. XVI, p. 373). Comme cet événement a changé tout à fait la marche des grands courants océaniques, il est fort curieux de voir que ce moment coïncide avec l'éta-

(1) A ce propos, il me paraît à sa place de remarquer que la découverte de M. Viquesnel sur la communication entre la mer Noire et la

blissement des lignes isothermes actuelles, sauf quelques différences de valeur numérique, ce qui a probablement eu lieu lors de l'époque permienne ou du grès bigarré. Il est, en outre, extrêmement remarquable de trouver dans ce fait modificateur du monde aqueux l'exemple d'une énorme coulée de lave barrant une rivière. En effet, M. Boucard et d'autres géologues anglo-saxons nous décrivent cette étroite digue de Panama comme un assemblage de roches porphyriques et trappéennes, à côté desquelles se montrent, du côté de l'océan Pacifique, des roches primaires, et du côté de l'Atlantique du pliocène très récent, ou plutôt ce que M. Boubée appellerait post-diluvium panamien. Il est vrai que l'on a vu sur un point des blocs de granite et de syénite, mais cela ne change rien au grand fait que les deux Amériques étaient autrefois séparées, et que des roches plutoniques sont venues établir entre elles un pont solide.

M. Delesse, secrétaire, fait la communication suivante :

Sur les variations des roches granitiques, par M. Delesse.

Quand on s'avance du centre d'un massif granitique vers sa circonférence, on remarque généralement que la roche formant ce massif présente des *variations* dans sa composition minéralogique, dans sa composition chimique, et même dans sa densité. Ces *variations* s'observent seulement lorsque la roche granitique est encore au contact des roches au milieu desquelles elle a cristallisé, et lorsqu'elle présente en outre des passages insensibles à ces roches.

Je me propose, dans cette notice, d'étudier d'une manière générale les *variations des roches granitiques ;* mais comme il est néces-

---

mer de Marmara à l'époque éocène (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 1851, vol. VIII, p. 297) a confirmé d'une manière brillante une idée hydro-orographique de M. le fold-maréchal de Hauslab, savoir que, lorsqu'un fleuve actuel rencontre dans son cours une digue composée de roches très anciennes et de terrains plus modernes, qui ont comblé le canal ancien des eaux se mouvant sur la même ligne que le fleuve en question, *ce dernier ne traverse jamais ces terrains, mais profite toujours d'une fente accidentelle dans le sol ancien pour franchir la digue.* Souvent des dépôts volcaniques ou plutoniques sont liés à ces fendillements (voyez *Bull.*, 1836, vol. VIII, p. 69). Un autre exemple aussi très remarquable se voit sur la Drave, entre Unter-Drauburg et Zellnitz : la rivière coule dans une fente du terrain de gneiss, de granite et de schiste cristallin, tandis que l'ancien canal qui se trouve plus au sud est comblé par du terrain miocène. MM. de Verneuil et Casiano de Prado ont observé le même phénomène pour le Tage, qui, à Tolède, abandonne et laisse à sa droite une large plaine tertiaire pour passer dans une fente granitique.

saire de bien préciser les faits, je prendrai d'abord comme exemples la Protogine des Alpes et le Granite syénitique des Ballons, qui sont des roches dans lesquelles les *variations* sont très faciles à constater : je généraliserai ensuite les résultats déduits de l'observation et de l'analyse, puis je les étendrai à toutes les roches granitiques.

Protogine.

Les *variations* de la *Protogine des Alpes* ont déjà été signalées et étudiées dans un mémoire que j'ai publié dans le tome VI du *Bulletin de la Société géologique* (1). Depuis, M. Lory a fait sur plusieurs roches des Alpes des analyses qui viennent confirmer les conclusions auxquelles j'étais arrivé antérieurement.

En effet, M. Lory (2) a analysé le schiste talqueux du mont Taillefer, qui, étant débarrassé de quelques lames irrégulières de quartz, contient 55 pour 100 de silice. Il a analysé également le schiste talqueux d'Allevard, qui contient de même 57 pour 100 de silice.

Or, lorsqu'on descend du Grand-Charnier à la gorge d'Allevard, on voit la *protogine* du Grand-Charnier se dégrader et se transformer insensiblement en un *gneiss*, puis en un *schiste talqueux;* par conséquent le schiste talqueux d'Allevard est le terme des *variations* de la *protogine* du Grand-Charnier.

Comme la *protogine* du sommet du mont Blanc contient environ 74 pour 100 de silice, il en résulte que, lorsqu'on passe de la *protogine* bien caractérisée au *schiste talqueux*, qui est le terme de ses *variations*, il y a dans la teneur en silice de la roche une diminution qui peut être de 19 pour 100, soit en nombre rond de 20 pour 100; en même temps il y a une diminution correspondante dans la teneur en alcalis.

On peut d'ailleurs se rendre compte de ces *variations* de la *protogine*, ainsi que nous allons le voir plus loin.

Granite syénitique des Ballons.

Les *variations* du *granite syénitique des Ballons* (Vosges) sont analogues à celles de la protogine, et elles modifient sa composition minéralogique et chimique ainsi que sa densité.

---

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e sér., t. VI, p. 230.

(2) *Recherches sur la composition minéralogique et chimique des roches dans les Alpes du Dauphiné*, par M. Lory.

Commençons par étudier les variations que ce *granite syénitique* présente dans sa *composition minéralogique* et *chimique*.

Composition minéralogique et chimique. — Plaçons-nous à cet effet vers le centre du massif granitique, et notamment au sommet des ellipsoïdes (1) qui forment les Ballons d'Alsace ou de Comté, puis dirigeons-nous vers les limites de ce massif avec le terrain de transition; il est facile de constater que la roche granitique présente des variations très notables dans sa *composition minéralogique* et dans sa *composition chimique*.

Ces variations ont frappé la plupart des géologues qui ont étudié les Vosges, et elles ont été signalées d'une manière toute spéciale par les auteurs de la *Carte géologique de la France* (2) ainsi que par M. Rozet (3).

— Dans la partie centrale du massif, la roche est un véritable *granite syénitique*, qui est formé de quartz, d'orthose, de feldspath du sixième système, d'hornblende et de mica.

Le quartz y est abondant et très visible.

La structure cristalline de la roche est extrêmement développée et entièrement granitique; les minéraux qui la composent sont nettement cristallisés, et ils atteignent d'ailleurs des dimensions qui sont toujours supérieures à celles qu'ils ont dans toutes ses autres variétés.

On peut admettre que la composition moyenne de ce *granite syénitique des Ballons* est la suivante (4) :

Silice, 70. — *Alumine*, 13. — *Oxyde de fer*, 3. — *Magnésie*, 3. — *Chaux*, 3. — *Potasse*, 4. — *Soude*, 3. — *Eau*, 1. — *somme* = 100.

Ce *granite syénitique* G a du reste une puissance moyenne qui est au moins de 620 mètres (5); il s'observe autour de la ligne de faîte du massif qui sert de limite aux trois départements des Vosges, de la Haute-Saône et du Haut-Rhin; on le trouve en effet au Ballon d'Alsace, au haut de la Prelle, au Ballon de Servance, à Château-Lambert, au Plain de Corravillers : il forme donc la partie centrale du massif qui est aussi sa partie la plus élevée (voyez pl. III, fig. 1, 2, 3).

---

(1) De Buch, *Karsten und Dechen Archiv*, t. XVII, p. 776.
(2) Dufrénoy et Élie de Beaumont, *Explication*, t. I, p. 335.
(3) Rozet, *Description géologique de la chaîne des Vosges*, p. 28—51.
(4) *Annales des mines*, 4e sér., t. XIII, p. 693.
(5) Rozet, ouvrage déjà cité.

— Si nous quittons maintenant la partie centrale du massif pour nous diriger vers sa partie moyenne, puis vers sa circonférence, nous reconnaîtrons facilement que la structure cristalline de la roche qui le constitue va successivement en diminuant, et que sur certains points cette roche passe même insensiblement à un pétro-silex.

Je vais faire connaître avec quelque détail les dégradations que subit alors le granite syénitique des Ballons.

— Transportons-nous d'abord dans la partie moyenne du massif; nous trouvons un deuxième type de roche qui diffère beaucoup du granitique syénitique et qui présente les caractères suivants :

Le quartz y est rare et à peine visible ; l'orthose, dont les cristaux pouvaient atteindre plusieurs centimètres dans le granite syénitique, est en lamelles qui ne dépassent pas un centimètre ; le feldspath du sixième système est généralement abondant ; de plus, indépendamment des deux feldspaths, il y a souvent une pâte feldspathique ; l'hornblende, qui était en cristaux d'un beau vert foncé, est maintenant en lamelles peu nettes, d'un vert clair ; le mica qui était brun noirâtre a surtout une couleur verte.

Tous les minéraux ont donc des dimensions plus petites que précédemment, et ils forment plutôt des lamelles que des cristaux complétement terminés.

En résumé, la roche a un grain moyen, une structure cristalline moins développée, et le type que je viens de décrire est celui auquel on donne habituellement le nom de *syénite*.

J'ai recueilli en descendant la vallée de Plancher les Mines, à la hauteur de la Planche-aux-Bœufs, et avant d'arriver à la scierie Saint-Antoine, un échantillon qui représente bien ce type. (Pl. III, fig. 2.)

Il contient un peu de quartz, des lamelles d'orthose brun rouge, du feldspath du sixième système rouge vif, un peu de pâte feldspathique rougeâtre, de l'hornblende décomposée qui est vert clair, et quelques paillettes de mica vert.

Un essai de cet échantillon de *syénite* a donné : *silice*. . . 61, *chaux*. . . 5, *perte au feu*. . . 2.

La même variété de *syénite* S s'observe encore sur les flancs du Ballon d'Alsace, soit du côté de Giromagny, soit du côté de Saint-Maurice, au-dessus de Sewen, au Them près de Servance. (Pl. III, fig. 1, 2, 3.)

— Si nous continuons à descendre le Ballon de Giromagny, nous voyons la roche se dégrader successivement, et nous rencontrons un troisième type qui d'après ses caractères minéralogiques est une *diorite* ; en effet, sur le versant de Giromagny, par exemple, et

dans le lacet qui mène au Saut-de-la-Truite, près de Malevaux, la couleur de la roche, qui était brun rougeâtre, devient peu à peu verdâtre; elle ne contient pas de quartz; l'orthose n'y est plus reconnaissable; le feldspath du sixième système y est très abondant et d'une couleur blanc verdâtre; elle renferme beaucoup d'hornblende et du fer oxydulé; de plus, sa structure est moins cristalline que celle de l'échantillon précédent et son grain est plus petit (pl. III, fig. 1).

Un essai de cette *diorite* de Malevaux qui a été fait au laboratoire de l'École des mines a donné, pour la composition de l'échantillon qui vient d'être décrit : *silice*. . . 50, *chaux*. . . 8, *perte au feu*. . . 3.

J'ai constaté d'ailleurs que la *diorite* du Pont-Jean, qui est à la base du Ballon d'Alsace et qui ressemble beaucoup à la précédente, a une teneur en silice comprise entre 53 et 50 pour 100 (1).

Les mêmes variétés de *diorite* D se retrouvent au Pont-du-Creux-Plein, du côté de Saint-Maurice, à Sewen, à Château-Lambert, en descendant sur la route du Thillot (pl. III, fig. 1, 2, 3).

— Les positions relatives des trois types G, S, D dont je viens de faire connaître la *composition minéralogique* et *chimique*, sont du reste bien indiquées par les figures 1, 2 et 3 de la planche III.

Si l'on considérait isolément ces trois types, on leur donnerait assurément des noms différents; ainsi, le premier type, qui forme la masse principale des Ballons, serait un *granite syénitique*; le deuxième, de la scierie Saint-Antoine, serait une *syénite*; le troisième, de Malevaux, serait une *diorite*.

Quoi qu'il en soit, il est incontestable que, lorsqu'on parcourt les itinéraires que nous avons indiqués, on voit le premier type passer au deuxième, et, sur certains points, le deuxième type passer au troisième.

Il n'est guère possible de donner dans une description une idée de ces variations, mais elles s'observent facilement sur le terrain. Elles ont lieu par des dégradations insensibles dans la *composition minéralogique* de la roche, et elles sont d'ailleurs accompagnées de changements très notables dans sa *composition chimique*.

Il résulte en effet de la comparaison des trois essais qui précèdent, que du premier type au deuxième la teneur en silice diminue de 9 pour 100, et que du premier type au troisième la teneur en silice diminue de 20 pour 100.

En outre, il est facile de voir que la teneur en alcalis diminue

(1) *Annales des mines*, 4e sér., t. XVI, p. 323. *Diorite du Pont-Jean*

également, tandis qu'au contraire les teneurs en chaux, en magnésie, en alumine et en oxyde de fer augmentent.

— Il est très remarquable qu'il se soit formé des diorites ou des roches amphiboliques sur presque toute la circonférence du massif de *granite syénitique* des Ballons : ces roches s'observent, en effet, autour des Ballons d'Alsace et de Comté; ainsi, on les trouve au Saut-de-la-Truite, près de Malevaux, à Sewen et dans tout le fond de la vallée de la Dollern; au Pont-du-Creux-Plein, sur la route du Ballon d'Alsace; au Pont-Jean, près de Saint-Maurice; au Thillot, au Plain de Corravillers, à Ternuay, au Mont de Vanne (pl. III, fig. 1, 2, 3).

Le plus souvent ces roches amphiboliques passent au *granite syénitique* avec lequel elles sont en connexion intime; quelquefois, au contraire, elles forment des filons ou des amas qui sont très nettement séparés du *granite syénitique*, et alors elles lui sont postérieures; c'est ce qui a lieu, par exemple, pour la diorite du Plain de Corravillers.

Il me paraît d'ailleurs très probable que les roches amphiboliques de Château-Lambert et de Malevaux sont contemporaines du *granite syénitique*, car elles passent à ce granite d'une manière tout-à-fait insensible (1); de plus, à Château-Lambert, elles contiennent du sphène et des filons métallifères qui se retrouvent, à Bonaparte, dans le *granite syénitique :* ces filons ont pour gangue, du quartz, du mica, ainsi que de l'orthose fauve, rouge ou brunâtre, qui est identique avec celui du *granite syénitique ;* il est donc vraisemblable que ces filons métallifères sont aussi contemporains du *granite syénitique*.

— Indépendamment des trois types que je viens de décrire, la roche qui forme le massif des Ballons en présente encore d'autres entre lesquels il y a même des passages beaucoup plus extraordinaires; ainsi, le *granite syénitique* peut, par des dégradations insensibles, se transformer en un véritable *porphyre brun* (2) : ce porphyre contient de l'orthose blanchâtre en cristaux mâclés, minces et allongés, ainsi que du feldspath du sixième système, qui est verdâtre, rouge ou rougeâtre, et qui ne diffère pas de celui du granite syénitique; il contient quelquefois du mica d'un vert plus ou moins foncé; sa pâte feldspathique est brune ou rouge lorsqu'elle a été altérée; elle peut être très abondante, et, dans certains cas, la roche se réduit même à cette pâte.

---

(1) Thirria, *Statistique de la Haute-Saône*, p. 384.
(2) *Explication de la carte géologique*, t. I, p. 363.

On trouve rarement dans ce porphyre des veinules ou des grains de quartz.

Il y a fréquemment dans ses cavités et dans ses fissures un peu d'oxyde de manganèse, ainsi que du carbonate de chaux et des lamelles microscopiques de chlorite vert foncé.

Le *porphyre brun* P s'observe au contact de la syénite, à l'O. et au S. du Ballon de Servance ou de Comté, notamment dans la vallée de l'Ognon, entre le Them et Ternuay (pl. III, fig. 3), dans la vallée du Rahin, entre le Ballon Saint-Antoine et Plancher-les-Mines (pl. III, fig. 2).

Il s'observe aussi dans les environs de Saint-Maurice, sur les flancs N. des Ballons d'Alsace et de Comté, à peu près jusqu'au tiers de la hauteur du Ballon d'Alsace (pl. III, fig. 1).

— Il y a quelquefois au milieu du *porphyre brun* des veines d'une roche grise, compacte et pétro-siliceuse, qui n'est qu'un *schiste de transition* incomplétement métamorphosé; il suffit en effet de soumettre cette roche à une calcination, pour qu'elle reprenne immédiatement sa structure schisteuse. A une plus grande distance du centre du massif granitique, on trouve d'ailleurs des lambeaux de *schiste de transition* non altéré, et le passage insensible du porphyre au pétro-silex et au *schiste de transition* a lieu, par exemple, au N.-E. de Ternuay (pl. III, fig. 3), au-dessus de Saint-Maurice (pl. III, fig. 1), à Saint-Amarin, etc.

Indépendamment de ce que le *porphyre brun* contient souvent des lambeaux de *schiste de transition*, il est très important de remarquer qu'on l'observe généralement au contact du terrain de transition, et, de plus, à la séparation du granite syénitique et du terrain de transition : ce fait a d'ailleurs été constaté par la plupart des géologues qui ont étudié les Vosges, et notamment par MM. Thirria et Hogard (1).

La coupe figure 2, de la vallée du Rahin, la coupe figure 3, de la vallée de l'Ognon, ainsi que la coupe figure 1, par le sommet du Ballon, font bien voir que la variété de *porphyre brun* P que j'ai décrite est groupée autour du massif granitique des Ballons, et qu'elle est interposée entre les deux roches G et T.

— Ainsi, lorsqu'on part du centre du massif granitique, et lors-

(1) Thirria, *Statistique de la Haute-Saône*, coupes. — Hogard, *Carte, croquis et coupes géologiques des Vosges*, pl. XXI, fig. 1. — Dans sa *Description géologique du Bas-Rhin*, M. Daubrée insiste aussi d'une manière spéciale sur la présence de porphyres à la séparation du granite syénitique du Champ-du-Feu et du terrain de transition (page 32).

qu'on suit les directions que je viens d'indiquer en dernier lieu, notamment celles des vallées de l'Ognon et du Rahin, le *granite syénitique* subit des dégradations qui sont différentes de celles que j'ai déjà signalées.

Parmi les nombreuses variétés de la roche qui forme le massif des Ballons, on peut encore distinguer trois types principaux, qui sont : le *granite syénitique*, le *porphyre brun*, le *schiste de transition*.

Or, il résulte des analyses que j'ai faites du *porphyre brun*, que sa teneur en silice est à peu près égale à celle du granite syénitique, qu'elle varie de 68 à 70 pour 100 dans les échantillons bien caractérisés, tels que ceux de Plancher-les-Mines et de Servance.

Pour un échantillon provenant du roc du Plainet (Haute-Saône), j'ai trouvé qu'elle était de 66 pour 100 ; enfin elle s'est abaissée à 62 pour 100 dans un échantillon que j'ai recueilli à l'état erratique dans le Rahin, près de Mourière, et qui provenait des environs de Fresse, entre Plancher-les-Mines et Ternuay.

Quant à la teneur en silice du *schiste de transition* des Vosges, je l'ai déterminée pour le schiste de Saint-Amarin ainsi que pour celui de Ternuay (1) ; on peut admettre qu'elle est environ de 60 pour 100.

Par conséquent, bien que la teneur en silice du *porphyre brun* soit assez variable, lorsqu'on passe du *granite syénitique* au *schiste de transition*, la teneur en silice diminue de 10 pour 100.

Il résulte d'ailleurs de la composition connue de ces deux dernières roches, que la teneur en alumine augmente, tandis que la teneur en alcalis diminue.

La teneur en silice de la roche granitique qui forme le massif cristallin des Ballons est donc variable, et elle diminue à mesure qu'on s'approche de ses limites.

En résumé, on voit par ce qui précède que le *granite syénitique* des Ballons passe d'une manière insensible aux roches avec lesquelles il se trouve en contact, et qu'il ne s'observe en filons dans aucune d'elles : suivant certaines directions, il passe à la *syénite*, puis à la *diorite*, tandis que, suivant d'autres directions, il passe à une variété de *porphyre brun*, qui passe elle-même au *schiste de transition*.

L'observation nous a montré aussi que les parties centrales, ainsi que les parties les plus élevées du massif, sont en même temps celles dont la structure cristalline est le plus développée ; de plus, à mesure qu'on s'éloigne des points culminants du massif ou des

(1) *Annales des mines*, 4e série, t. XII, p. 303.

sommets des ellipsoïdes granitiques, la structure cristalline se dégrade d'une manière insensible, jusqu'à ce que la roche granitique passe aux roches qui l'entourent.

Densité. — Si nous comparons maintenant les *densités* des roches qui précèdent, nous serons conduits à des conséquences importantes qui s'accordent très bien avec celles qui résultent de l'étude de leur *composition minéralogique* et *chimique*.

En effet, voyons d'abord quelles sont les *densités* du *granite syénitique*, de la *syénite* et de la *diorite*.

La *densité* du *granite syénitique* est de 2,65 ; celle de la *syénite* est égale ou supérieure à 2,70 (1) ; la *densité* de la *diorite* de Château-Lambert est de 2,86.

Par conséquent, la *densité* moyenne de la roche cristalline qui forme le massif granitique, va en augmentant lorsqu'on part du centre et lorsqu'on s'approche des diorites qui sont à sa limite.

Si l'on compare maintenant les *densités* du *granite syénitique*, du *porphyre brun* et du *schiste de transition*, on trouve que la *densité* du *porphyre brun* est égale ou un peu inférieure à celle du *granite syénitique*, mais que la *densité* du *schiste de transition* est supérieure à celle du *granite syénitique*, car elle est habituellement plus grande que 2,70, et elle peut dépasser 2,80.

Ainsi, lorsque le *granite syénitique* passe à des roches dont la structure cristalline est bien développée, telles que la *syénite* et la *diorite*, sa *densité* augmente d'une manière continue. Il n'en est pas de même lorsqu'il passe à une roche dont la structure est peu développée, telle que le *porphyre brun*.

Théorie. — On peut facilement expliquer les *variations* que présentent, soit dans leur *composition minéralogique* et *chimique*, soit dans leur *densité*, les roches qui forment le massif granitique des Ballons.

En effet, remarquons d'abord que ces roches sont toutes essentiellement formées des mêmes substances minérales, qui sont : la silice, l'alumine, l'oxyde de fer, la chaux, la magnésie, la soude, la potasse. Les densités de ces substances sont d'ailleurs données par le tableau suivant (2) :

↑ Silice	2,65	↓ Chaux	3,18
Potasse	2,66	Magnésie	3,20
Soude	2,81	Alumine	4,15
		Oxyde de fer	5,20

(1) *Annales des mines*, 4e sér., t. XIII, p. 265.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e sér., t. IV, p. 1380.

Quelle que soit l'origine du granite, il est certain que les substances minérales qui le composent étaient à l'état fluide au moment où il a cristallisé; c'est surtout ce qui a eu lieu pour le quartz, car il s'est moulé très exactement sur tous les minéraux du granite; par conséquent, il pouvait se déplacer très facilement dans la roche, et il était à un état de fluidité parfaite.

Il est donc facile de comprendre que la pesanteur tendait à faire remonter les substances minérales les plus légères, telles que la silice, la potasse et la soude, tandis qu'elle tendait, au contraire, à faire descendre les substances les plus lourdes, telles que l'oxyde de fer, l'alumine, la chaux, la magnésie.

Les forces moléculaires qui formaient les minéraux du granite gênaient sans aucun doute l'action de la pesanteur; mais comme la structure du granite est très développée, on doit croire que sa cristallisation s'est opérée avec lenteur; par conséquent, les substances minérales qui composaient la pâte du granite sont restées pendant longtemps à l'état fluide, et elles ne pouvaient être soustraites entièrement à l'action de la pesanteur, comme cela aurait eu lieu si la cristallisation avait été immédiate.

On conçoit, d'après cela, que la silice et les alcalis se soient élevés à travers la masse granitique; l'analyse nous a montré, en effet, que le *granite syénitique* qui se trouve au sommet des Ballons ou vers leur centre est plus riche en silice et en alcalis que les roches qui l'entourent; de plus, il contient beaucoup de quartz et d'orthose.

On conçoit également que l'alumine, l'oxyde de fer, la magnésie et la chaux se soient au contraire concentrés dans les roches qui forment la base du massif granitique; l'analyse a montré, en effet, que la *syénite* et surtout la *diorite* sont notablement plus riches en alumine, en oxyde de fer et en chaux que le *granite syénitique* (1). On peut même penser que la tendance des substances minérales les plus légères à s'élever a contribué, indépendamment de toute autre cause d'éruption, à donner au massif de granite syénitique le relief qui le caractérise.

Il résulte donc de ce qui précède que les *variations* de la roche granitique qui forme les Ballons d'Alsace et de Comté peuvent s'expliquer par l'action que la pesanteur a exercée sur cette roche pendant qu'elle était à l'état fluide.

— Lorsque la roche granitique des Ballons a une structure cris-

---

(1) Voyez même volume, p. 466, et *Annales des mines*, 4e sér., t. XVI, p. 323. *Diorite du Pont-Jean.*

talline peu développée, comme cela a lieu pour la variété désignée sous le nom de *porphyre brun*, on comprend que la pesanteur n'a pas pu opérer un départ entre les substances minérales qui la composent; c'est ce qui explique, par exemple, pourquoi le *porphyre brun*, qui contient toujours beaucoup de pâte, a une densité qui ne croît pas d'une manière continue à mesure qu'on s'éloigne du centre du massif : cela tient sans doute à ce que ce porphyre n'a pas été amené à un état de fluidité suffisant. On comprend d'ailleurs que, par cela même que la structure cristalline du *porphyre brun* est peu développée, sa densité doit, toutes choses égales, être plus faible, car lorsqu'un silicate cristallise, sa densité augmente toujours. On peut donc se rendre compte de l'exception présentée par le *porphyre brun*.

— Il faut reconnaître du reste qu'il est très difficile d'expliquer le passage successif des roches granitiques aux roches avec lesquelles elles se trouvent en contact.

Ainsi, le passage du *granite syénitique* à la *diorite* peut se comprendre par la disparition du quartz, de l'orthose et du mica; mais le passage du *granite syénitique* au *porphyre brun* qui s'engage d'une manière inextricable dans le schiste de transition est déjà beaucoup plus extraordinaire.

L'étude du granite du Cornwall et du porphyre (Elvan) qui lui est associé a conduit Sir H. de La Bèche à considérer le porphyre comme une dégradation du granite; il me paraît très vraisemblable qu'on doit considérer de même la variété de *porphyre brun* que je viens de décrire comme une dégradation du *granite syénitique* : dans cette hypothèse, ce *porphyre* serait contemporain du *granite syénitique*, duquel il différerait seulement en ce qu'il serait généralement moins riche en silice et en alcalis, et en ce que sa structure cristalline serait beaucoup moins développée.

Une autre hypothèse, en réalité peu différente de la précédente, consisterait à admettre que le *porphyre brun* résulte d'une action métamorphique et réciproque du *granite syénitique* sur le terrain de transition : il faut observer, en effet, que les minéraux du *granite syénitique* et notamment l'orthose, se sont développés jusque dans le terrain de transition; de plus, comme je l'ai déjà fait remarquer, le *porphyre brun* se trouve vers les limites du massif de *granite syénitique*, et, en outre, il est interposé entre ce dernier et entre le *schiste de transition*.

Quelle que soit d'ailleurs l'hypothèse faite sur l'origine du *porphyre brun*, et lors même qu'on supposerait qu'il a été injecté antérieurement dans le terrain de transition, il faut nécessairement

admettre qu'il a été modifié postérieurement, et qu'il a cristallisé de nouveau lors de l'éruption du *granite syénitique*.

— Dans les roches granitiques, on observe assez souvent des faits qui, au premier abord, semblent ne pouvoir se concilier avec les *variations* qui viennent d'être signalées.

Ainsi, deux roches qui passent insensiblement l'une à l'autre sur certains points, peuvent cependant être nettement séparées sur d'autres points.

Pour citer des exemples, je ferai remarquer que dans les Vosges le granite a un mica qui contient quelquefois de l'amphibole et qui, minéralogiquement, ne diffère pas du granite syénitique des Ballons, a quelquefois granitifié le terrain de transition auquel il passe insensiblement; c'est ce qu'on observe par exemple au Rotabac et surtout autour du Ballon de Guebwiller, notamment sur son flanc nord : cependant sur un grand nombre de points, ce même granite est très nettement séparé du schiste de transition qui n'a aucunement été métamorphosé à son contact; c'est ce qui a lieu par exemple au Schliffels, dans le val de Saint-Amarin (1).

Dans la Saxe, MM. Naumann et Cotta (2) ont constaté de même, que le granite syénitique de la rive gauche de l'Elbe traverse le schiste argileux (thonschieffer) sur plusieurs points, bien que sur d'autres points il se fonde avec lui.

On peut se rendre compte de ces anomalies apparentes, en observant que le phénomène éruptif qui a donné naissance au granite est un phénomène très complexe; on conçoit donc que le granite provenant du centre d'un massif a pu être injecté dans les fissures qui se formaient au milieu des schistes qui l'entouraient, et qu'il n'a cependant aucunement métamorphosé ces schistes parce qu'il était déjà solidifié, tandis qu'il passe d'une manière insensible aux schistes qui se trouvaient en contact avec lui au moment même de sa cristallisation et lorsqu'il était encore fluide.

Généralement, lorsqu'une roche granitique est en contact avec d'autres roches, tantôt elle passe d'une manière insensible à ces roches, et tantôt elle en est séparée d'une manière très nette; dans le premier cas, elle est encore entourée par les roches au milieu

---

(1) *Bibliothèque universelle de Genève. Archives des sc. phys.*, 1848 (E. Collomb), t. VIII, p. 257.

(2) Naumann et Cotta, *Geognostische Beschreibung des Koenigreiches Sachsen*, t. V, p. 138.

desquelles elle a cristallisé, tandis que, dans le second cas, il peut n'en être pas de même.

Comme le *granite syénitique* des Ballons passe aux roches avec lesquelles il se trouve en contact, on doit admettre qu'il est encore entouré par les roches au milieu desquelles il a cristallisé, et par conséquent, bien que postérieurement il ait pu être pénétré près de sa circonférence par des roches éruptives, il se présente au géologue, à peu près tel qu'il était à l'époque de son éruption et de sa cristallisation qui ont été simultanées.

Plus que tout autre massif granitique, le granite syénitique des Ballons offre donc des circonstances favorables pour l'étude des réactions qu'une roche granitique a exercées sur les roches au contact desquelles elle a cristallisé.

Résumé. — Si nous laissons maintenant de côté les considérations théoriques par lesquelles nous avons cherché à expliquer les anomalies que présente le *granite syénitique des Ballons*, les faits observés peuvent se *résumer* de la manière suivante :

Le *granite syénitique des Ballons* s'élève en massifs qu'on désigne sous le nom de Ballons d'Alsace et de Comté, et qui ont à peu près la forme de demi-ellipsoïdes.

Ce granite syénitique est encore entouré par les roches au milieu desquelles il a cristallisé, et le *centre* de chaque massif est à la fois un *centre de figure* et un *centre de cristallisation;* il est même vraisemblable qu'il est en outre un *centre d'éruption.*

Vers le centre et vers le sommet de chaque massif, la structure cristalline de la roche est le plus développée; la roche consiste en un granite syénitique dont la composition est assez constante et dont la teneur en silice est de 70 pour 100.

Vers la partie moyenne du massif, la structure cristalline de la roche est moins développée, et de plus elle se dégrade d'une manière insensible à mesure qu'on s'éloigne du centre; dans des échantillons qui contiennent encore tous les minéraux du granite syénitique, mais qui sont cependant très pauvres en quartz, la teneur en silice peut déjà diminuer de 10 pour 100.

Vers les limites du massif, les caractères minéralogiques de la roche s'altèrent complétement, en sorte qu'elle passe tantôt à des diorites, et tantôt à des schistes de transition; dans certains cas sa teneur en silice peut alors diminuer de 20 pour 100.

Si l'on compare les densités de la roche, on trouve qu'elles augmentent à mesure qu'on s'éloigne du centre de chaque massif.

Les variations que présentent la teneur en silice et la densité de

la roche granitique indiquent qu'au moment de sa cristallisation il s'est opéré un départ entre les substances qui la composent; la silice ainsi que les alcalis se sont concentrés vers le sommet du massif, et comme ces substances sont les plus légères, il est probable que cela tient à l'action de la pesanteur.

Autres exemples.

Il serait facile de citer d'autres exemples analogues à ceux qui viennent de nous être fournis par la *protogine* et par le *granite syénitique des Ballons;* je me contenterai d'en mentionner quelques uns.

Dans la *Saxe*, MM. Naumann et Cotta ont observé au nord d'Oschatz le passage du schiste argileux à un micaschiste riche en andalousite; dans les environs de Schwartzenberg, ils ont constaté de plus que le micaschiste présente un passage insensible à un gneiss, dans lequel s'isolent d'abord, sous forme de nodules, quelques cristaux d'orthose, et qui devient ensuite très riche en feldspath-orthose (1).

Le massif gneissique sur lequel se trouve Freyberg est également entouré par une zone de micaschiste (glimmerschieffer), qui passe insensiblement au schiste argileux; seulement on ne voit pas cette zone dans la partie sud du massif, parce qu'elle est recouverte par des terrains plus récents. Le massif de granite grenu (granulit), au centre duquel se trouve Mittweida, présente d'ailleurs les mêmes passages.

Dans le *Thuringerwald*, M. Credner (2) a constaté que le granite grenu de Schwaze-Thales, ainsi que les granites de Sand, de Steinberg et de Hohenrod, passent successivement à un granite veiné, à un gneiss, à un porphyre schistoïde, et enfin, plus loin, à un schiste argileux grisâtre; dans la direction de l'ouest il n'est d'ailleurs pas possible de trouver sur le terrain une limite tranchée entre ces diverses roches; mais sur certains points cependant le granite est nettement séparé du schiste argileux.

Dans les *Alpes*, de nombreuses observations, et récemment celles de M. Studer, ont montré que les flancs des principaux massifs granitiques sont formés de schistes cristallins, qui contiennent de l'orthose et qui passent souvent à la roche granitique d'une ma-

---

(1) Naumann et Cotta, *Geognostische Beschreibung Koenigreichs Sachsen*, t. II, p. 194.

(2) *Neues Jahrbuch von Leonhard*, 1849, p. 11.

nière insensible (1) : d'après plusieurs géologues, toutes le roches granitiques des Alpes suisses proviendraient même du métamorphisme des roches stratifiées.

La *Carte géologique de la France*, par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, fait bien voir que les principaux massifs granitiques sont entourés, près de leurs limites, par du gneiss, des micaschistes et des stéaschistes, c'est-à-dire par des roches dont la teneur en silice est très notablement moindre que celle des granites : ainsi, par exemple, autour du massif granitique du plateau central de la France, les roches gneissiques forment en quelque sorte une ceinture dont les principaux points sont : Florac, Mende, Marvejols, Espalion, Tulle, Julliac, l'Ile-Jourdain, Cluis et Lyon.

Enfin, dans ses *Études sur la géologie de la Norwége*, M. Keilhau a signalé, d'une manière toute spéciale, à l'attention des géologues les nombreuses métamorphoses que présentent les roches granitiques et en général les roches cristallines de la Norvége (2).

— On conçoit d'ailleurs que les variations du granite dépendent nécessairement des roches au contact desquelles ce granite a cristallisé ; dans les exemples qui viennent d'être cités, ces roches étaient surtout des schistes de transition qui ont une teneur en silice notablement inférieure à celle du granite ; il est donc facile de s'expliquer pourquoi la teneur en silice va en diminuant à mesure qu'on s'éloigne du centre du massif.

Mais lorsqu'un massif granitique est entouré par un terrain de grès, sa teneur en silice va au contraire en augmentant : c'est ce qu'on observe par exemple pour le granite à deux micas de Docelles : c'est ce qu'on observe également pour le granite de la Poirie, qui se trouve au contact du grès rouge ; car à mesure qu'on se rapproche de ce grès, les caractères de ce dernier granite se dégradent insensiblement ; il se change d'abord en arkose, puis en un grès très quartzeux.

Il en est de même pour les arkoses qui sont si fréquemment interposées entre le granite et entre les grès de différents âges. Le granite passe souvent d'une manière insensible à l'arkose, puis au grès ordinaire.

Les métamorphismes très variés que le granite a fait subir aux roches qui se trouvent à son contact, ont déjà été décrits par plusieurs auteurs, et notamment par M. Lyell (3). Il n'entre

---

(1) Studer, *Géologie de Schweiz*, voyez les coupes des pages 175, 177, 273, 349, 353.

(2) *Goea Norwegica*, t. I.

(3) Lyell, *Éléments de géologie*, p. 278 et suivantes.

aucunement dans le cadre que je me suis tracé de m'occuper ici de ces divers métamorphismes, je ferai seulement remarquer que le granite a quelquefois donné lieu à une silicification; toutefois, il importe d'observer qu'on a le plus souvent décrit comme une silicification ce qui était en réalité une feldspathisation.

En outre, quand une silicification s'est produite au contact du granite, comme cela a lieu, par exemple, pour l'arkose, elle me paraît résulter de l'infiltration de sources minérales chargées de silice; par conséquent cette silicification doit être attribuée à un phénomène qui a bien pu accompagner l'éruption du granite ou lui être postérieur, mais qui était toutefois indépendant de sa cristallisation.

Dans cette notice, je me suis borné à l'étude du métamorphisme spécial, qui a pour cause immédiate la cristallisation du granite; ce métamorphisme est celui qui a développé dans les roches au contact du granite les minéraux mêmes du granite, en sorte que, suivant l'expression consacrée déjà par M. Keilhau, il consiste en une *granitification*.

Généralisation.

Les exemples que je viens de citer suffisent pour montrer qu'on peut *généraliser* les considérations qui précèdent, et notamment celles qui ont été établies par l'analyse pour la protogine des Alpes et pour le granite syénitique des Ballons.

On voit, en effet, que le *granite* a exercé, plus que toute autre roche éruptive, un métamorphisme sur les roches au contact desquelles il a cristallisé. Ce métamorphisme est très complexe et il est bien difficile de l'expliquer, mais de nombreux exemples ne permettent pas de le révoquer en doute; il a développé les minéraux mêmes du *granite*, en sorte que les roches qui entourent le *granite* ont en quelque sorte subi une *granitification*.

Or, lorsqu'on étudie un massif de *granite* se trouvant encore au contact des roches qu'il a *granitifiées*, on reconnaît que généralement le sommet de ce massif est à la fois un centre de figure et un centre de cristallisation; il est même vraisemblable qu'il est aussi le centre d'une sorte d'éruption.

De plus, en allant du centre du massif vers la circonférence, on constate que la *roche granitique* présente des *variations* dans sa densité ainsi que dans sa composition minéralogique et dans sa composition chimique.

En effet, sa structure cristalline est le plus développée vers le

centre du massif; elle se dégrade insensiblement, suivant des zones concentriques, et quelquefois elle disparaît à la circonférence.

A un *granite* bien cristallisé succède un porphyre contenant les mêmes minéraux, et à ce porphyre succède souvent une roche pétrosiliceuse.

L'orthose est ordinairement, parmi les minéraux du *granite*, celui qui se trouve le plus loin du centre.

Le passage du *granite* aux roches qui l'entourent a lieu par des changements insensibles; ces roches, bien que très différentes par leur composition minéralogique et chimique ainsi que par leur densité, ont donc cristallisé en même temps que le granite, et, de plus, elles peuvent lui être contemporaines.

— L'analyse m'a montré que tant qu'un *granite* conserve le même caractère minéralogique, sa composition chimique est assez constante; ainsi, sa teneur en silice varie seulement de quelques centièmes; mais il n'en est plus de même lorsqu'il se dégrade.

Lorsqu'un *granite* a cristallisé au contact d'un schiste argileux, sa teneur en silice et en alcalis va en diminuant à mesure qu'on s'éloigne du centre du massif pour se rapprocher de sa circonférence. Sa teneur en silice diminue au moins de 10 pour 100 dans les échantillons qui ont encore tous les caractères du *granite*, et en même temps sa densité augmente.

Près de la circonférence, sa teneur en silice peut diminuer de 20 pour 100.

Sur certains points il y a passage entre le *granite* et le schiste (1), bien que sur d'autres points la séparation de ces deux roches soit au contraire très nette.

Lorsqu'un *granite* a cristallisé au contact d'un grès, sa teneur en silice va ordinairement en augmentant; dans certains cas cependant il s'est développé à sa circonférence du mica ainsi que du talc, qui tendent à diminuer cette teneur en silice.

Généralement, la teneur en silice du *granite* va en diminuant ou en augmentant suivant qu'elle est elle-même plus grande ou plus petite que la teneur en silice de la roche au contact de laquelle il a cristallisé.

Dans tous les cas cependant, lorsque le *granite* était à l'état fluide, les substances minérales les plus légères parmi celles qui entrent dans sa composition, c'est-à-dire la silice et les alcalis, ont

---

(1) M. Bischof admet également la transformation du schiste en granite. (*Lehrbuch*, t. II, 2e part., p. 346.)

été concentrées par l'action de la pesanteur vers les parties les plus élevées de chaque massif.

— Il est d'ailleurs facile de retrouver dans la série des *roches éruptives* des *variations* analogues à celles qu'on observe dans la densité ainsi que dans la composition minéralogique et chimique des roches granitiques ; on est alors conduit à des résultats qui ont déjà été signalés par divers géologues (1).

En effet, prenons parmi les *roches éruptives* trois types principaux, savoir : le *granite*, le *porphyre*, le *basalte*, et comparons leur densité ainsi que leur composition chimique.

La densité du granite, surtout lorsqu'il est riche en quartz, est de 2,65 ; la densité du porphyre, si l'on choisit pour type le porphyre rouge antique, est environ de 2,75 ; la densité du basalte est à peu près de 3,00. — Par conséquent la densité de ces *roches éruptives* est d'autant plus grande qu'elles sont moins anciennes.

La densité a bien été modifiée par diverses circonstances accessoires, telles que la formation des minéraux constituants de ces roches, qui ne sont pas les mêmes dans chacune d'elles, et le développement plus ou moins grand de leur structure cristalline ; mais, quoi qu'il en soit, lorsqu'on considère l'ensemble des *roches éruptives*, on reconnaît qu'il y a une relation entre leur densité et entre leur âge, et que leur densité est généralement d'autant plus grande qu'elles sont moins anciennes. Leur fusibilité augmente en outre avec leur densité (2).

Comparons maintenant leur composition chimique ; il est facile de voir par les analyses de ces roches que la teneur en silice et en alcalis est la plus grande dans le granite et la plus petite dans le basalte ; au contraire, leur teneur en alumine, en oxyde de fer, en chaux, en magnésie, est la plus petite dans le granite et la plus grande dans le basalte.

Il résulte donc de ce qui précède que les roches qui se sont solidifiées les premières à la surface de la terre sont les moins denses, les moins fusibles, les plus riches en silice et en alcalis.

Ces faits peuvent s'expliquer facilement, quelle que soit d'ailleurs l'origine des différentes *roches éruptives*, car lorsque les

(1) Élie de Beaumont, *Note sur les émanations volcaniques. Bulletin*, 2e sér., t. IV. — Durocher, *Comptes rendus*, t. XXXI, 14 octobre 1850. — Jobert, *La philosophie de la géologie*, 1re partie.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e sér., t. IV p. 1380.

substances minérales qui composent ces roches étaient à l'état fluide, on conçoit que la pesanteur tendait à faire descendre les substances les plus lourdes, telles que l'oxyde de fer, l'alumine, la chaux, la magnésie ; au contraire, la pesanteur tendait à faire remonter les substances les plus légères, telles que la silice et les alcalis : la silice et les alcalis devaient donc se concentrer, surtout à la surface du globe, dans les roches qui se sont solidifiées les premières, tandis que l'oxyde de fer, l'alumine, la chaux, la magnésie, se concentraient, au contraire, au-dessous de la surface et dans les roches restées fluides ; par conséquent la différence que les *roches éruptives* présentent dans leur composition chimique peut s'expliquer par l'action de la pesanteur.

Les autres différences que les *roches éruptives* présentent, soit dans leur densité, soit dans leur fusibilité, soit dans leur composition minéralogique, sont d'ailleurs toutes fonctions des différences qu'elles présentent dans leur composition chimique ; par conséquent elles ont aussi pour cause première, sinon pour cause unique, l'action de la pesanteur qui s'est nécessairement exercée à toutes les époques géologiques.

M. le Secrétaire donne lecture du mémoire suivant :

Recherches sur l'histoire et les conditions de gisement des mines d'or dans le nord de l'Espagne, par M. Adrien Paillette, ingénieur civil.

INTRODUCTION.

Les études qui vont suivre sont le fruit de longues recherches et de voyages non moins pénibles, auxquels ont pris part l'inspecteur général *don Guillermo Schulz* et l'ingénieur *Émile Bezard* ; c'est au premier qu'on doit le tracé de deux cartes faisant connaître la position des anciens lavoirs romains dans la Galice et dans les Asturies ; on doit au second une grande partie des essais. — Le travail actuel est donc une sorte d'accumulation d'efforts dirigés sur une question qui, mal étudiée, aurait pu amener quelques-unes de ces déceptions si nombreuses aujourd'hui en Californie.

L'ensemble sera divisé en deux chapitres principaux : le premier traitera de l'historique des mines d'or, de leur exploitation et de leur travail dans l'antiquité ; le second donnera la description des gisements d'or les plus connus dans le nord de l'Espagne, et principalement dans les Asturies.

§ 1er. — PARTIE HISTORIQUE.

A. *Minerais.*

La fièvre aurifère (*auri sacra fames*) est l'une des plus anciennes maladies du globe. Les livres saints nous en parlent clairement, et le veau d'or des Hébreux nous prouve qu'au temps de Moïse on avait déjà exploité ce métal en quantité considérable. Il est donc fort probable que la plus grande partie de cet or provenait de la haute Égypte, où existaient des exploitations sur lesquelles Diodore nous fournit des détails très circonstanciés (1) qu'on trouve également plus ou moins développés dans Hérodote (2). Cependant, d'après le même Diodore, et aussi d'après Agatharchides, les mines devaient se trouver non loin de l'Éthiopie et même de l'Arabie, où (3) il existait et où il existe peut-être encore d'immenses excavations; or, si d'après Agatharchides (ἐγρασία ἀρχαιοτάτη) ces exploitations étaient très anciennes et remontaient aux premiers rois d'Égypte, voire même à Osiris et à l'histoire de la Thébaïde, comme l'assure Artémidore d'Éphèse, on n'a donc pas tort de dire que la maladie de l'or remonte presque à la création du monde ou au moins aux temps antéhistoriques.

Les exploitations doivent avoir eu pour l'époque un temps considérable d'élaboration, puisque Pline le naturaliste, XXXIII, dit : « Talentum egyptium pondo LXXX capere Varro ait. »

Tout cela nous est confirmé par les passages des textes les plus anciens, depuis Homère jusqu'au poëte Lucain.

Ainsi, ne faisons pas de l'histoire trop ancienne, car alors il faudrait relire un auteur qui aurait plus de mérite que nous et dont malheureusement les ouvrages sont fort rares (4).

Si l'or fut aussi recherché à une époque de civilisation que nous avons la mauvaise habitude de considérer comme peu avancée, il est évident que les Phéniciens et les Carthaginois, leurs fils, plus

---

(1) Diodore de Sicile, I, traduction du docteur Hœfer, ἅμα μὲν τιμορίαν, etc., puis τῶν ὀρῶν ἐν οἷς ὁ χρυσος, etc.

(2) Hérodote, II.

(3) Diodore, III, τόπος ἐστὶν ἔχων μέταλλαπολλὰ, etc.

(4) Cariophillus. — D'après lui, *Deba*, en Arabie, signifie or, et l'on a exploité près de cette ville, dès les temps les plus reculés, le métal qui nous occupe. — Les citations de Bochart sont très nombreuses et prouvent une grande érudition.

Deba est un nom très commun sur la côte cantabrique.

attentifs, plus soigneux de leurs intérêts et meilleurs navigateurs, ne perdirent aucune des occasions de s'en procurer. Ils se sont donc emparés de tout ce qu'ils ont trouvé en Espagne, leur Amérique d'alors, et nous ne pouvons en douter lorsque nous lisons les relations de Posidonius, qui, familier de Scipion Émilien, avait navigué autour de notre Péninsule. Diodore, Strabon, Phylarque, Cornélius Népos, n'en disent pas moins. Homère lui-même y fait allusion, puisque Strabon dit qu'avant l'âge du père des poëtes, l'Ibérie était féconde en métaux précieux et qu'il imagina pour ce pays sa fiction des Champs-Élysées.

Aristote et Théophraste, son élève, ne restent pas en retard pour nous vanter les richesses de l'Espagne, et il y a même des auteurs qui assurent que ce nom Espagne provient d'un nom phénicien, qui signifie pays des mineurs.

Le savant docteur Hœfer n'est même pas éloigné de partager cette opinion, car, mieux qu'un autre, il connaît le langage allégorique des Orientaux.

Quant à mes convictions, elles sont toutes en faveur de ces récits, et j'ai acquis cette profonde que grande partie des richesses premières, de la Sicile, par exemple, station phénicienne, provinrent du commerce des métaux avec l'Espagne.

La puissance d'Amilcar Barca et de son fils Annibal, qui, d'après mes calculs, est arrivé, par ses excursions intérieures, bien près de la province de Ponferrada, lorsqu'il s'exerçait au rude métier de la guerre, n'eut pas d'autre origine que leur situation aussi profondément politique que militaire sur le territoire espagnol.

Au temps de Pline, les masses d'or natif se nommaient par le peuple qui habitait la Péninsule, *Palacras* et *Palacranas ;* par les Romains, *Glebas ;* par les Grecs, πλακας, de même que les lamelles d'or avaient pour noms *Ballux* et *Balluca* (1). Strabon, en parlant du rio Duero (livre III), dit : qu'il roule des fragments d'or (ψῆγμα του χρυσοῦ πλεῖστον), et que l'or n'est pas seulement exploité par galeries, mais aussi roulé par les rivières et des torrents (καταφερουσί δε οἱ πόταμοι καὶ χειμάῤῥοι τὴν χρυσίτην ἄμμον, etc.).

Le même enseigne encore qu'on trouvait de l'airain et du cuivre au-dessus de Κωτινας, mieux dit aux environs de Cadix. Mais j'ai lieu de croire que ce pays, d'où, d'après les livres d'Ézéchiel, on exportait pour Tyr beaucoup de métaux de toutes sortes, était une station, un *emporium* des navigateurs, qui, alors comme aujour-

(1) Ce mot Balluca est encore asturien, il signifie petite balle.

d'hui, y attendaient les moments les plus favorables pour passer le détroit.

L'or pouvait y arriver alors, et plus tard, de mille points différents, aussi bien de Cordoue, ainsi que le chante Italicus :

« Noc docus auriferæ cossabit Corduba terræ »

comme d'un autre point plus rapproché de Malaga, comme des alentours de Grenade, près duquel on fixe, sans s'entendre, les villes et montagnes que les Anciens plaçaient non loin des sources du Guadalquivir (jadis Tartessus) et sur la rive gauche de ce fleuve.

Cet or, mis en entrepôt, pouvait provenir aussi d'autres colonies fondées en Espagne, de la Galicie, où Silius Italicus nous raconte que les femmes étaient avides de s'en parer,

« Callaico vestes distinctas matribus auro, »

des Asturies, sur lesquelles il s'explique davantage :

« . . . . . Hic omne metallum,
» Electri gemino pallent de semine venæ,
» Atque atras chalibis fœtus humus horrida nutrit,
» Sed scelerum causas operit Deus. — Astur avarus
» Visceribus laceræ telluris morgitur imis,
» Et redit infelix offosso non color auro;
» Huic certant Pactole tibi, Duriusque Tagusque
» Quique super grasios lucentes volvit arenas
» Inferni populi referens oblivia lothes »

et sur lesquelles, avant lui, Lucain, Espagnol comme lui, nous avait écrit les vers suivants :

« . . . . . Puteusque cavati
» Montis ad inrigui premitur fastigia campi
» Non so tam ponitus tam longe luce relicta
» Merserit Asturii scrutator pallidus auri. »

L'or pouvait venir aussi d'autres points centraux, comme de Bilbilis :

« Auro Bilbilis et superba ferro. »

Mais pour nous, revenant à ce qui frappe le plus dans tous ces récits de l'antiquité, y compris celui de Claudien :

« . . . . . Quidquid tellure relusa
» Callaicis fodens rimatur collibus Astur, etc..., »

et le passage de Pline, XXXIII, 4 : « Auri vicena millia pondo ad » hunc modum annis singulis Asturiam atque Gallæciam et Lusi- » taniam, præstare quidam tradiderint : ita ut plurimum Asturia » gignat neque in alia parte terrarum tot sæculis hæc fertilitas ».

Nous conclurons avec la plus grande facilité :

1° Que, dans les temps extrêmement reculés, on a exploité de l'or en Espagne, Andalousie, Asturies, Galice, et en Portugal (Diodore, Strabon, Pline, etc.);

2° Que cet or provenait de filons véritables ou d'or en roche, comme aussi des rivières qui, en ce temps-là, portaient le nom de Tage et de Duero (Silius Italicus, Pline, etc.);

3° Que les mines en roche étaient à la limite de la Galice et des Asturies, et donnaient lieu bien souvent à des rixes entre les mineurs des deux provinces (Claudien);

4° Que dans les mines en roche, les Anciens avaient un système par puits, galeries d'écoulement, etc. (Lucain);

5° Que, du temps de Pline, ces trois provinces en fournissaient encore 20,000 livres par année, mais que la plus grande partie provenait des Asturies, auxquelles, sous ce rapport, aucun pays du globe ne pouvait être assimilé.

Tout cela semble reproduire à 1,800 ans en arrière l'histoire de nos jours sur les richesses de la Californie.

S'il est difficile de se procurer des documents plus positifs de ce qu'on a fait avant et durant la période romaine, on ne les trouve pas aussi clairs pendant l'occupation arabe. Il y a plus : je crois, au contraire, que sauf quelques rares lavages dans le Midi et peut-être dans la Castille (Vierzo), les Maures ne se sont guère avancés vers le Nord comme exploitants de mines. Ils devaient craindre les incursions des derniers descendants de la race gothique réfugiés derrière les Pyrénées Cantabriques.

B. *Manière d'être, exploitation et traitement des minerais.*

Dès la plus haute antiquité, on avait sur la formation des filons une idée qui s'est perpétuée presque jusqu'à nos jours dans les campagnes ou parmi les gens ignorants. Agatharchides, en parlant de la manière d'être de l'or dans le sein de la terre, dit : « Παραπλησίαν ταῖς τῶν δένδρων ῥίζαις, » c'est-à-dire qu'il trace comme les racines d'un arbre.

Théophraste et Denis émettent en d'autres termes une opinion identique.

De cette idée, la conséquence consacrée, dans le droit romain.

que les veines minérales se reproduisaient, etc., etc. L'immortel Alonzo Barba le croyait aussi, et il n'y a pas jusqu'à certains praticiens d'Amérique qui ne disent que les sables ou *montones* délaissés *crian oro.*

La force de ces premières opinions sur la ressemblance que doit posséder un gîte minéral avec un arbre est telle pour certaines provinces des Alpes et des Pyrénées, qu'il n'est pas rare d'entendre les mineurs parler de leurs recherches en disant: « Nous ne sommes qu'aux branches, aux rameaux, et nous cherchons le tronc. »

Pline, XXXIII, 4, dit que l'or et l'argent se trouvaient dans les montagnes d'Espagne: *Qui aridi, sterilesque et in quibus nihil aliud gignatur, huic bono coguntur fertile esse.*

Strabon, III, n'est pas moins explicite pour certaines mines des environs du Tage et de la Celtibérie; mais il ajoute bientôt que l'or n'est pas seulement exploité par des excavations; qu'on le rencontre aussi dans le lit des rivières mélangé dans les sables, et des torrents (1).

Quant à l'exploitation et aux peines qu'elle donnait, il faut lire la traduction de Diodore, par le docteur Hœfer, pour voir comment on abattait le minerai, le conduisait au jour; comment aussi on le broyait, le lavait et le fondait.

Le produit des mines en roche était-il bien considérable? C'est peu croyable pour certaines d'entre elles, car Héraclite disait: χρῦσον γὰρ οἱ ὀιζήμενοι γῆν πολλὴν ὀρύσσουσι καὶ εὑρίσκουσιν ὀλίγου.

« Ceux qui cherchent de l'or extraient beaucoup de terres et rencontrent peu de métal. »

Je disais, il y a un instant, que Diodore avait parfaitement décrit l'abattage, l'extraction, le broyage au mortier, à la meule, et le lavage sur des tables, des minerais d'or.

L'exploitation est encore mieux décrite, si c'est possible, par Pline. Ainsi, dans le XXXIIIe livre, il parle positivement d'or en filons réguliers, attaqués et suivis par puits et galeries (*Puteorum scrobibus effoditur* [*aurum*]); il parle aussi des boisages qu'on employait dans ces travaux (*Tellus ligneis columnis suspenditur*).

L'or de ces exploitations se nommait *canalicium* en raison de sa manière d'être dans le sein de la terre, et surtout de celle d'exploitation (*vagantur sic venarum canales per latera puteorum et hux et illuc inde nomine invento*).

Voici donc une véritable exploitation par puits et galeries, avec

(1) Ὁ δὲ χρυσὸς οὐ μεταλλεύεται, etc ...

veines suivies en directions, et selon les caprices ou la richesse du gîte.

Mais pour l'or disséminé dans les terrains où il était difficile à reconnaître, *nec sciere esse cum fodere*, ou dans des veinules ramifiées, Pline dit positivement qu'on abattait des pans de montagnes, *ruina montium*, ou, dans le langage du pays, *arruga*. Notre auteur traitait ces opérations de gigantesques, *opera vicerit gigantum*.

Sa description est une parfaite image de ce qui a pu être réalisé pour une exploitation de grandes masses. On entamait les parties à abattre par-dessous et sur les côtés, au moyen de grandes ouvertures ou tranchées, *cuniculis per magna spatia actis*, tout en ayant soin de laisser ou de réserver des piliers pour soutenir les masses attaquées, *relinquntur fornices crebris montibus sustinendis*, et lorsqu'on rencontrait des roches trop dures (quartz, quartzites,... etc.), on employait le feu et la pointerole, *igne et aceto rumpunt* (1); souvent aussi on brisait ces roches à force de bras et sous l'action des marteaux. Elles étaient probablement plus riches que les autres; car les ouvriers se les passaient de main en main jusqu'à la sortie de la mine. Malgré tout, lorsque ce genre de travail présentait trop de difficultés par suite de la prolongation d'une veine ou d'un espace trop durs, les mineurs savaient fort bien contourner l'endroit, *si longior videtur silex, latus sequitur fossa sequitque*. Ce silex ou quartzite n'était pourtant pas ce qui effrayait le plus les mineurs.

Pline parle d'une argile blanche endurcie (probablement porphyre ou grauwacke), qui résistait davantage que les roches les plus dures, et contre laquelle on n'avait d'autres moyens que la patience, le coin et le marteau.

Tout ceci me paraît parfaitement clair. La première opération du mineur consistait à isoler des masses tout en réservant quelques piliers ou en laissant du boisage pour les supporter. Une fois bien en ordre, on procédait au dépilage, comme on dirait aujourd'hui; on provoquait un éboulement, *cervices fornicum ab ultimo cædunt*.

Voilà comment les Romains se procuraient annuellement 20,000 livres d'or des provinces du nord de l'Espagne.

En vérité, lorsqu'on y songe, on est émerveillé de tous ces détails de travaux gigantesques, et on ne peut les comprendre que

---

(1) Il y a plus de dix ans que j'ai défini ce mot *aceto*, qui a pu être écrit originairement *acuto*. — *Aceto*, signifiait anciennement pointerole, objet piquant.

par la relation énorme qui existait à cette époque entre la valeur de l'or et celle de la main-d'œuvre.

Cet or devait être ce qu'on nomme encore en Espagne *oro molido* ou poudre d'or. Il est probable pourtant que dans d'autres circonstances que nous ne connaissons pas, on procédait au fondage avec du plomb.

Ce fondage avec du plomb et des matières salines et quelque peu d'étain, puis des matières végétales, n'était pas non plus absurde. Ce que Diodore dit de plus remarquable (III), c'est que c'était un art extrêmement ancien (ἐργασίαν ἀρχαιοτάτην). Telle est aussi l'opinion d'Agathareides, d'Hippocrate et de Pline, qui ont répété la description du travail en y ajoutant quelques idées propres.

Ce dernier auteur dit, XXIII, qu'on aidait la fusion avec des fondants salins, siliceux et schisteux (*schiston*), et il donne des proportions qui aujourd'hui même seraient fort bonnes pour certains minerais (1). Il y a mieux, c'est que les Anciens se servaient de creusets de terre blanche réfractaires (*terra alba similis argillæ neque enim alia flatum, ignemque et ardentem materiam tolerat*), et qu'on trouve en Asturie beaucoup de ces creusets.

Outre ces détails de travail et de fusion, qui étaient encore plus perfectionnés pour le traitement de l'argent, puisque dans certains endroits (alors comme aujourd'hui), on employait des canaux de condensation pour les fumées des usines, il existait une méthode plus fine pour laver (ἐπί σανίδος πλατείας) sur des tables inclinées et un emploi des cribles, comme annonce *Posidonius apud Strabon*, qui permettait d'arriver à des préparations mécaniques plus parfaites.

Bien plus, je suis convaincu que les Anciens ont connu une amalgamation peut-être défectueuse, mais enfin le moyen de travailler les métaux précieux à l'aide du mercure.

Sans remonter à Aristote et à Théophraste, dont les paroles sont cependant assez claires, nous trouvons dans Pline que le mercure s'unit à l'or et le nettoie des matières étrangères: *Argentum vivum aurum ad se trahit : Ideo et optime purgat, cæteras ejus sordes expuens crebro jactatu fictilibus in vasis : ita, vitiis abjectis, ut ipsum ab auro discedat.* Vitruve dit aussi que le mercure s'unit

(1) Aurum torretur et cum salis gemino pondere, triplici miscos, ac rursus cum duabus salis proportionibus, et una lapidis, quem *schiston* vocant : ita vires tradidit rebus una crematis in fictili vase, ipsum purum et incorruptum.

aux lames d'or : *Argentum vivum micas auri corripit in se et cogit secum coire.*

Avec les données précédentes, et sans vouloir faire de ce travail une discussion historique, il ne serait pas difficile de conclure pour le chapitre qui nous occupe :

1° Que les Anciens ont exploité les sables aurifères et les veines métalliques par des moyens à peu près analogues à ceux que nous employons encore après plusieurs milliers d'années;

2° Qu'ils ont connu la purification des matières aurifères au moyen de bains plombeux et de la coupellation ;

3° Enfin, qu'ils n'ignoraient pas l'usage et l'emploi du mercure pour la purification de l'or.

Voyons maintenant ce qui nous reste des vestiges de tous ces travaux dans la partie occidentale des Asturies, là où ils sont le plus nombreux.

§ II. — TRAVAUX ANCIENS. — DESCRIPTION GÉOLOGIQUE ET TOPOGRAPHIQUE DES LOCALITÉS.

Déterminé à vérifier une fois de plus les gîtes qui ont fourni de si grandes quantités de métal précieux, je n'ai pas voulu que mes impressions sur ces terrains restassent sans controverse.

Ce qui va suivre sera, par conséquent, la relation fidèle des faits, de ce que chaque ingénieur peut voir. Les notes ont été rédigées en dehors de toute idée préconçue, et seulement suivant un itinéraire indiqué d'avance, afin de faire passer le visiteur et le lecteur des points les plus riches aux points les plus pauvres.

Ceci dit, passons à la description des gîtes.

District de Salas.

Ablaneda. — L'ancienne exploitation d'Ablaneda est située au pied d'une montagne de quarzite très élevée, à trois quarts de lieue au sud de Salas et non loin de Godam. Trois aqueducs bien construits, et percés dans ce même quartzite sur la plus grande partie de leur longueur, amenaient les eaux pour le lavage des minerais sur le lieu même de l'exploitation. La différence de niveau du premier au deuxième peut être de 20 mètres, et du deuxième au troisième, de 30 mètres. L'aqueduc inférieur, après un parcours de trois quarts de lieue, se terminait par un bassin (*stagnum*) revêtu de murs très bien construits et qui sont encore aujourd'hui

bien conservés. L'eau de ce réservoir était conduite à l'un des points principaux de l'exploitation, appelé, dans le pays, *Pozo cellerico* ou *del Lago*. Ce puits, de 45 mètres de diamètre, est recouvert, aujourd'hui, d'une couche épaisse de tourbe peu consistante, cachant le fond des travaux ou de ce réservoir (*stagnum*).

A côté du *Pozo cellerico*, à quelques mètres de la maison Ortoza, existe une ancienne excavation nommée, dans le pays, *Cueva de los gentiles*. Le temps et les matières qui se sont détachées de la voûte, ou bien celles qui ont été amenées du dehors, l'ont presque entièrement comblée. Il est facile cependant d'y pénétrer jusqu'à 6 mètres de profondeur et de s'assurer qu'à cette distance partaient, de côté et d'autre de la galerie principale, deux rameaux qui lui étaient perpendiculaires et dirigés suivant la direction du filon. Ces galeries sont exécutées dans une grauwacke à pâte jaunâtre très tendre, se désagrégeant facilement et contenant beaucoup d'hydrate de peroxyde de fer ; elle est superposée au granite dont un piton isolé, de forme conique, s'élève tout près du *Pozo cellerico*.

Au pied de ce cône se trouve Godam, construit sur le calcaire dévonien, d'une couleur généralement grisâtre, traversé par des veinules blanches.

Carles. — La mine de Carles est complétement éboulée : un seul point, qui servait pour la ventilation, en permet l'entrée jusqu'à quelques mètres de distance. Il fait voir un filon de contact composé de pyrite cuivreuse accompagnée de pyrite blanche dirigée N.-E.-S.-O., plongeant 40° au nord et gisant entre le granite et un diorite compacte qui atteint une épaisseur assez grande. La roche est pénétrée de pyrite blanche. Cette mine, reprise pendant quelque temps par des Anglais, est aujourd'hui abandonnée.

Navelgas. — L'ancienne exploitation de Navelgas est située à un quart de lieue au N.-E. de ce village, sur le versant de la montagne Entrejeito et le long d'une colline qui n'est qu'une ramification de cette même montagne. Elle a un grand développement. Son fond est un vrai labyrinthe formé par des blocs calcaires, laissant entre eux un espace plus ou moins large. Ils ont jusqu'à 10 mètres de hauteur au-dessus du fond de la vallée et sont toujours placés suivant la direction des couches, qui est S.-E.-N.-O.

Ce calcaire, dépourvu de fossiles, est saccharoïde, et offre diverses nuances de couleur, depuis le blanc jusqu'au jaune terreux ; il est pénétré de noyaux de quartz (*silex* de Pline). Le plus blanc de

ces calcaires est exploité dans le pays pour faire la chaux. La forme des blocs, leurs découpures dans tous les sens, ainsi que la pente de la vallée, plus rapide où a commencé l'exploitation, ne laissent aucun doute sur les immenses travaux qui se sont effectués en ce point ni sur la nature du gîte. L'or est déposé dans le quartzite superposé au calcaire, et le terrain, qui n'est que le prolongement de l'ancienne exploitation, laisse découvrir aujourd'hui des pépites d'or bien remarquables.

Elles se rencontrent sur un chemin qui monte le long de la colline dont j'ai déjà parlé, particulièrement sur 135 mètres d'étendue. Cette colline peu élevée, contiguë à l'ancienne exploitation, est recouverte par des terres variant depuis le blanc jusqu'au jaune foncé. Celles-ci proviennent vraisemblablement de la décomposition du quartzite tendre, blanc jaunâtre, ayant souvent une structure schisteuse et passant par degrés au schiste argileux.

Sur le chemin déjà cité, Maria Fernandez trouva, en 1842, une grosse pépite sous forme de plaque, atteignant un poids de 54 onces. En 1843, Barbara Feito, domestique du curé, trouva une pépite de 2 onces. La même année, Angel Fuertes Posadero, à Navelgas, rencontra une autre pépite d'une once; en 1844, un berger trouva une pépite qui lui valut 7 douros. Enfin, on a rencontré depuis lors d'autres pépites assez importantes de 5, 4, 3, 2 et 1 douros.

Toutes ces pépites ont été découvertes, a-t-on dit, sur une longueur de 135 mètres. S'il survient un orage, on est presque certain de trouver ensuite, au même point, d'autres pépites plus ou moins remarquables.

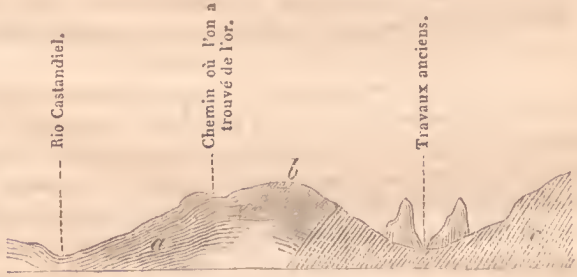
En 1845, don Manuel Reinante et don Balbino de Torre de Rivadeo se transportèrent à Navelgas pour faire quelques travaux d'exploration. Ils ouvrirent depuis le chemin cité jusqu'au point culminant de la colline, trois tranchées de $0^m,70$ de large perpendiculaires à sa direction. Elles pénétraient dans le quartzite à une profondeur de $0^m,50$. Les deux premières sont distantes de 50 mètres et les deux dernières de 85 mètres. Ces messieurs examinèrent les parois des tranchées, lavèrent les terres extraites, amalgamèrent les résidus, et n'obtinrent aucun résultat.

Le fond des tranchées est aujourd'hui très propre. On les a étudiées scrupuleusement sans découvrir la moindre pépite. Les déblais, qui depuis lors avaient subi un lavage naturel, n'ont pas non plus laissé découvrir la moindre parcelle de métal précieux. M. Bezard a fait pratiquer, à 15 mètres de distance, entre les

tranchées, de petits puits de 0m,80 carrés atteignant le quartzite. Trois femmes habituées à ce genre de travail lavèrent pendant trois jours des terres extraites soit de ces puits, soit de vieux déblais des tranchées, et il n'a pu découvrir la moindre apparence d'or. Le dernier jour, en désespoir de cause, il fit laver de la terre prise à la superficie des chemins, dans l'endroit où l'on trouve généralement des pépites. Ce lavage n'en a donné qu'une seule de peu de valeur, mais, en creusant toujours sur ce même endroit, l'un des ouvriers en a découvert une pesant 1,75 dragme.

Cette absence, pour ainsi dire complète, de paillettes très petites, quand on trouve au contraire des pépites si remarquables, semble prouver que l'or est concentré en certains points de la roche, soit en filets, soit plutôt en rognons, et que par conséquent les recherches doivent être faites en embrassant de grandes masses et procédant du connu à l'inconnu.

Voici une coupe du terrain prise perpendiculairement aux anciens travaux de Navelgas, et passant par le point où l'on a rencontré les pépites.



a Quartzite blanc jaunâtre.
b Argile jaunâtre.
c Calcaire métamorphique.

Direction des couches. . . S.-E. — N.-O.
Inclinaison. . . . . 50° à l'E.

Naraval. — L'exploitation de Naraval est aussi grande que celle de Navelgas. Le terrain présente les mêmes circonstances, avec cette différence toutefois qu'on ne peut découvrir le calcaire au fond même des travaux. Disons pourtant qu'il existe, à une très petite distance, des excavations avec celles qui ont été décrites. Dans cette localité, on n'a pas trouvé de pépites, comme à Navelgas.

Un aqueduc de plus d'une lieue de long, prenant naissance au

rio de la Viega, arrive au sommet del Entrejeito de Paredes, et se termine là par deux bassins dont le dernier déversait les eaux aux deux centres de l'exploitation.

Paredes. — A une demi-lieue au nord-est de Paredes, on rencontre, au pied d'une montagne de quartzite, dans le lieu appelé Carcabonas del reellon de Meras, des travaux anciens sur deux points différents et dans une terre plus jaunâtre qu'à Navelgas. On ne voit ni calcaire, ni roche aucune affleurer aux parois même de l'excavation. Il semblerait que les détritus de la montagne accumulés à sa base ont été la seule matière exploitée. A côté de l'exploitation, le quartzite est plus compacte, plus dur qu'à Navelgas. Au nord apparaissent aussi, à une petite distance, des grès et schistes quartzeux, pareils à ceux de la localité précitée. Une demi-lieue plus loin que la Veja de Pedroso, sur les bords du ruisseau Caudal est l'ancienne usine. Il n'en reste d'autres vestiges que des inégalités dans le sol. La tradition dit qu'on transportait en cet endroit le minerai de las Carcabonas.

Fornones. — L'ancienne exploitation de Fornones, située à une lieue et demie au sud-est de Navelgas et à une demi-lieue de Calleras, est recouverte par une végétation très active qui en cache presque toujours les travaux. Au campo de la Ramera, une nombreuse quantité de scories témoignent de l'emplacement des fourneaux. Un peu plus bas, dans un pré appelé del Molino, d'autres scories prouvent aussi des travaux métallurgiques, et il y a quelque temps qu'on découvrit l'extrémité supérieure d'un fourneau. On le déblaya en partie dans l'espoir de trouver un trésor, mais le propriétaire du pré s'opposa à la poursuite des recherches, et ce lieu est aujourd'hui recouvert par plus de 1 mètre de terre végétale.

En suivant les immenses excavations qui ont été pratiquées, le calcaire saccharoïde très dur, à structure parfois granitoïde, se fait remarquer de temps en temps dans les points les plus profonds. Ce calcaire est pénétré de pyrite de fer en petits cristaux disséminés au milieu de la roche ou de lamelles ressemblant à de l'or. Les schistes micacés forment en cet endroit la roche dominante; ils passent parfois aux schistes terreux de diverses couleurs généralement d'un jaune roussâtre. Ils sont contemporains de grès et de schistes quartzeux affleurant à quelque distance de l'exploitation.

L'eau, comme nous l'avons dit, indispensable aux travaux anciens, était amenée d'un ruisseau très voisin; elle se divisait en deux rameaux au point le plus haut de l'exploitation. Ces branches

se subdivisaient à leur tour pour conduire des quantités suffisantes sur les lieux mêmes où étaient établis les chantiers. Elle venait sur l'un des centres de l'exploitation, au moyen d'une tranchée percée dans le schiste micacé, à parois verticales, de 40 mètres au moins de longueur, 3 mètres de large et 30 mètres de profondeur.

Ces schistes ont une direction. N.-O. — S.-E.
Ils plongent. . . . . 55° à l'E.

Santiago Cerredo. — Sur le versant d'une montagne de quartzite, plus blanc, plus compacte qu'à Navelgas, et au pied même du village, existe une ancienne exploitation peu éloignée du calcaire. Celui-ci se présente dans les mêmes circonstances et avec les mêmes caractères qu'à Navelgas et à los Fornones. Généralement plus blanc, il est aussi pénétré de petits cristaux de pyrite de fer moins abondants. Les couches sont là presque verticales, et sont dirigées du N.-E. au S.-O.

On voit des travaux analogues non loin des précédents et à côté du village de Saint-Vicente. L'aqueduc qui fournissait les eaux à ces deux points a plus de 4 lieues de longueur.

District de la Pola de Allande.

Figueras. — A une demi-lieue de la Pola de Allande, au pied du village de Figueras, on rencontre une ancienne exploitation assez vaste qui s'étend jusqu'au ruisseau de la Pola de Allande. Les travaux ont été pratiqués dans des schistes micacés et des grès quartzifères près du calcaire saccharoïde, qui affleure sur le chemin vers le haut des exploitations.

Les couches dirigées de N.-O. à S.-E. sont inclinées de 50 à 60 degrés.

De même nature que celles qui composent les travaux anciens dont il a été déjà parlé, les roches ont là un aspect pourtant un peu différent. Les schistes plus ou moins micacés sont très fibreux, se rapprochant de la structure de l'amiante. On trouve vers le milieu des excavations une petite couche de cette substance, qui a été en partie exploitée dans ces derniers temps. Son toit est formé par des strates minces de schistes micacés s'éloignant de plus en plus de la structure fibreuse, et alternant avec des grès quartzifères d'un gris noirâtre. Les grès prennent quelquefois une couleur verdâtre et ressemblant alors à un diorite compacte. Entre

les schistes apparaissent aussi de petites veines d'hydroxydes de fer pénétrés de noyaux de quartz. Tout près de cet ensemble, on voit enfin une couche de grauwacke schisteuse ayant l'apparence d'un porphyre à pâte feldspathique, à gros grains de quartz, pénétré d'un grand nombre de paillettes de mica noir ou jaune posées à plat. Cette grauwacke passe aussi à une sorte de granite, et devient alors d'une dureté assez grande. Elle servait aussi aux Anciens pour faire des roues de moulin à broyer leur minerai, *rota trusatilis* ou *asinaria*. Çà et là quelques scories, quoi qu'en très petite quantité, laissent croire que les fourneaux dont elles proviennent ont complétement disparu, à moins qu'ils n'aient été renfermés, comme c'était l'usage, dans le château, *castrum*, dont on voit les restes sur une hauteur dominant les travaux. Comme à ceux de son espèce, on reconnaît la place des fossés qui l'entouraient, et à côté de ces fossés on aperçoit deux puits circulaires de 3 mètres de diamètre et de $1^m,50$ de profondeur, percés dans un grès assez solide, portant encore la marque des instruments qui ont servi à leur confection.

San Felix de las Montanas. — Au pied de ce village l'attention est appelée par une ancienne exploitation exécutée sur une plus grande échelle que celles étudiées jusqu'à présent. Les travaux ont été entamés sur une hauteur et une largeur considérable, toujours dans le quartzite gris passant au grès par toutes sortes de gradations, et enclavé de part et d'autre entre des montagnes de quartzite plus blanc, plus dur, plus écailleux et beaucoup plus compacte. Le calcaire ne se découvre pas dans le lieu même de l'exploitation, mais on le retrouve au milieu de travaux anciens de peu d'étendue, tout près de San-Felix.

Pozo de las Montanas. — Sur le point culminant de la montagne, avant d'arriver au village de San-Felix, paraît cette ancienne exploitation, d'une étendue infiniment plus réduite que celle de San-Felix. Elle avoisine le calcaire saccharoïde jaunâtre, qui plonge lui-même sous une montagne de quartzite très dur et très compacte. D'un côté de l'exploitation, les grès quartzeux et les schistes micacés ont pris un grand développement jusqu'à ce qu'ils passent de nouveau au quartzite déjà cité. Ce sont ces quartzites passant au grès et en contact du calcaire qui ont fourni la substance exploitée.

Faidiel. — L'ancienne exploitation de Faidiel, appelée aussi Carcason de Faidiel, à une lieue de Iboyo, avoisine, comme les précédents, le calcaire roux métamorphique. Ce calcaire alterne

en ce point avec des couches peu puissantes de schistes micacés offrant des couleurs variables depuis le vert blanc sale, jusqu'au vert foncé : alors ils sont amphiboliques. Les travaux ont pareillement été exécutés dans le quartzite terreux ou grès quartzeux enclavé de part et d'autre entre des montagnes de quartzite blanc, dur, compacte. L'aqueduc qui fournit les eaux à ce point prend naissance au rio de Comba, à une lieue de là, et continue jusqu'au rio Pumar, pour desservir, près du village du même nom, d'autres travaux de peu d'importance et se trouvant dans les mêmes circonstances de gisement que les précédents.

Parmi les pierres de la Peña del Agua, qui passe à Faidiel, on trouve quelques cailloux roulés de peroxyde de fer manganésifère.

Coupe à Faidiel.

a Quartz dur, compacte.
b Quartzite tendre, schistes micacés.
c Calcaire alternant avec de petites veines de schistes micacés.

Iboyo. — L'exploitation d'Iboyo, à quelques mètres du village du même nom, a été exécutée sur une échelle assez vaste. La roche exploitée est tout à fait de même nature que les précédentes. La direction est aussi S.-E. — N.-O. Les travaux longent le calcaire qui affleure sur la plus grande partie de l'exploitation. Ce calcaire repose sur une diorite porphyroïde à cristaux d'amphibole découverte près du sommet de la montagne.

Sur le versant S., tout près d'Iboyo, étaient construits des édifices anciens, dont on voit encore quelques ruines de murs. On a retiré de ces murs des meules aujourd'hui égarées.

La Sienra. — L'ancienne exploitation de la Sienra, à une demi-lieue de la Pola de Allande, descend depuis le faîte de la montagne sur chacun des deux versants opposés. Les travaux sur le versant E. ont pris un développement beaucoup plus considérable que ceux du côté opposé. Un seul aqueduc amenait les eaux dans un réservoir ménagé sur ce point culminant, et qui devait les déverser ensuite, suivant les besoins, d'un côté ou de l'autre de l'exploitation.

La roche exploitée offre les mêmes circonstances minéralogiques

que les antécédentes. C'est toujours du quartzite tendre, plus ou moins terreux, passant au grès par toutes les nuances. Le calcaire ne paraît pas dans les anciens travaux, mais on le retrouve plus bas avec à peu près la même direction et la même inclinaison qu'à Faidiel, Pumar, etc.

Si l'on cherche à résumer les anciens travaux de la Sierra, d'Iboyo, de Faidiel, de Pumar, de San-Felix, et sans doute du pico Cogallo, on reconnaîtra par les notes précédentes qu'ils ont été exécutés dans une même zone de quartzite tendre, la plupart du temps terreux. Cette zone a plus ou moins de puissance, et passe toujours par degrés insensibles au vrai quartzite très blanc, très dur, très compacte, qui forme la masse principale du pays.

Les travaux ont toujours été entrepris au contact même du calcaire modifié. C'est donc là que devait se trouver la plus grande richesse en or.

La diorite porphyroïde signalée sous ce même calcaire, à Iboyo, est peut-être contemporaine de l'or, peut-être cause des modifications des roches et de l'apparition du métal, et existe vraisemblablement, quoique invisible à une faible distance, sous les anciens travaux déjà cités. Les exploitations anciennes, pratiquées sans cesse le plus près possible du calcaire, manifestent que l'or devait être beaucoup plus abondant au voisinage de cette diorite.

Cueva de Joan Rata. — Elle est située à un quart de lieue de Montefurado, sur le versant N. de la Sierra del Palo.

C'est une galerie de 7 pieds de large, très bien exécutée, terminée en voûte à la partie supérieure. Elle est percée dans des schistes micacés d'une direction S.-E.—N.-O., et inclinée de 50 à 60 degrés. La direction de la galerie qui coupe les couches sous un angle très obtus est de N.-E.—S.-O.

Les bancs de ces schistes varient de puissance depuis 0,10 à 0,80; leur structure, quelquefois compacte, devient aussi fibreuse, ressemblant à une amiante imparfaite. La mine se compose, en outre, d'un puits de 60 à 80 mètres de profondeur, qui servait, sans doute, à l'aérage de la mine, qui est complétement rempli de pierres et de terres végétales. Les paysans des environs, croyant trouver un trésor, travaillèrent à différentes reprises dans cette *cueva* pour tâcher de pénétrer au delà du puits d'aérage. Ils étendaient les déblais enlevés de ce puits sur le sol même de la galerie, de manière qu'on ne peut pénétrer dans celle-ci aujourd'hui qu'en se traînant à plat ventre. Les premiers déblais enlevés étaient immédiatement remplacés par d'autres, dont le volume excessif tombant sur les boisages qu'on cherchait à placer brisait tout ce qu'on

opposait à leur descente. Cet inconvénient força les chercheurs à abandonner leur projet, et personne, au dire du pays, n'a pénétré au delà de ce point. On ignore, par conséquent, la longueur de la galerie. Sa hauteur ne peut se connaître, attendu les raisons précédentes; on prétend seulement qu'un homme à cheval pourrait y entrer.

Pour peu qu'on suive le terrain qui couronne la galerie, on rencontre une légère dépression; c'est la sortie du puits d'aérage. Non loin de là, en remontant, se montre le quartzite blanc, dur, compacte, qui commence à une centaine de mètres de la bouche de la galerie. Vers le point de contact des schistes micacés et du quartzite s'étendent des travaux superficiels parallèles à la direction des couches et de peu d'importance. Cette circonstance, jointe à celle de la galerie, prouve que l'or doit être en filon de contact entre le quartzite et les schistes micacés.

Fana de la Freita. — La Fana de la Freita est à côté de la Cueva de Joan Rata. C'est, à notre époque, un ravin profond coupant perpendiculairement les bancs de quartzite. Cette différence si remarquable entre ces excavations et celles de la Cueva de Joan Rata porterait à croire qu'il n'a existé de travaux qu'à la partie inférieure du ravin, où l'on aperçoit de légères attaques dans un sens parallèle à celui de la Cueva.

Un seul aqueduc aboutit au point culminant de la Fana.

District du Valledor.

Lago. — Tout près de Lago surgissent du sol des diorites compactes, plus blanchâtres que celles d'Iboyo, et on les voit bien sur le chemin même qui conduit à la herreria de Don Pedro y Don Antonio Osorio de la vega de Rivadeo. Cette usine est à une demi-lieue de Lago. A quelques mètres de distance du bord, et à un niveau un peu supérieur à celui du *rio Orua*, existent trois galeries souterraines sur une longueur de 400 mètres. La première, appelée Cueva de los Moros, est creusée dans une grauwacke, sorte de poudingue à pâte ferrugineuse englobant de gros cailloux roulés de diorite compacte, de quartzite et de schistes micacés de diverses couleurs. A 3 mètres de l'entrée, à gauche, part une galerie perpendiculaire à la première, qu'on ne peut suivre au delà de 5 mètres, à cause des éboulements du toit, qui l'ont complétement bouchée. Son peu de consistance offrira toujours de grands dangers à courir pour les personnes qui pénétreront dans ces tra-

vaux. Au dire des gens de la localité, il y aurait dans ce rameau un puits vertical dont on ne connaît pas la profondeur.

Au-dessus du poudingue vient une couche de 0,20 à 0,30 de puissance de diorite décomposée, réduite à l'état terreux, noirâtre, et qui devait être la bande exploitée. Cette couche repose sur la diorite compacte, qu'on aperçoit en abondance à quelques pas de là, sur la rive opposée du rio Orua.

Carcabon de Oruga. — A une demi-lieue de ces galeries, au point appelé Carcabon de Oruga, existent d'anciens travaux à ciel ouvert, d'une largeur et d'une profondeur remarquables, et tout à à fait perpendiculaires à la direction des couches, qui sont de quartzite. Au bas de ces excavations affleurent, dans le ruisseau d'Orua, des bancs très épais de grès essentiellement quartzeux, noirâtre, très compacte, et d'une dureté fort grande. Ces bancs sont pénétrés, en certains points, de pyrite de fer, et l'on croit aussi distinguer quelques paillettes d'or. La direction de ces couches est S.-E.—N.-O.; elles sont inclinées de 60 degrés.

Un aqueduc terminé par un réservoir au point culminant de l'exploitation fournissait les eaux nécessaires, et suivait, sur le flanc de la montagne, jusqu'à la bouche de la Cueva de Joan Rata.

District de Navia et bords de la mer.

Carcobas de Miudes. — A une petite lieue de Navia, et tout près de la mer, existent dans le lieu nommé Carcobas de la parroquia de Miudes, d'anciennes exploitations en deux points très rapprochés l'un au-dessus de l'autre. Les travaux inférieurs sont plus étendus, et se composent de trois tranchées parallèles et très rapprochées les unes des autres. Deux d'entre elles sont peu profondes, et la troisième peut avoir 7 à 8 mètres. Au haut de la principale de ces tranchées, et sur le côté gauche, en montant, existe un puits de 20 mètres de profondeur. Plus loin, et sur la même direction, on voit trois autres puits de 10 à 15 mètres de profondeur. Tous ces travaux sont pratiqués dans un quartzite blanc jaunâtre, souvent décomposé, et se désagrégeant avec la plus grande facilité. On n'y découvre que quelques indices de fer hydraté renfermant des cristaux de quartz et un peu de pyrite de fer.

Les travaux supérieurs sont beaucoup moins étendus que les premiers. Il semble qu'on ait exploité un banc de quartzite blanc jaunâtre, tendre, dans lequel on ne voit que de l'hydroxyde de fer, des cristaux de quartz et de la pyrite de fer.

Arancedo. — A un quart de lieue du village d'Arancedo, s'élèvent dans la Vega del Torno des massifs considérables de calcaire saccharoïde d'un blanc tirant sur le jaune terreux, percés en tous les sens de cavités arrondies plus ou moins grandes, qui ont été exploitées par les anciens avec un soin remarquable. Ce calcaire est pénétré de veinules de quartz contenant de beaux cristaux octaèdres parfaits de pyrite décomposée.

Les parois des cavités du calcaire sont imprégnées parfois de fer spathique et d'hydroxyde de fer noirâtre résinoïde. La pyrite de fer brillante y est assez rare; on en a cependant trouvé un bloc compacte au pied de ces bourses anciennement recherchées. Tout près de ce calcaire, les anciens ont dirigé des tranchées dans tous les sens et sur la masse d'un quartzite souvent décomposé de couleur blanche jaunâtre.

Un aqueduc d'une demi-lieue de longueur, prenant naissance au Rejero de Beigot, amenait les eaux au pied d'une de ces bourses de plus grande dimension.

Dans le quartzite immédiatement superposé au calcaire, et en face des exploitations à ciel ouvert, existaient des galeries très bien exécutées, appelées dans le pays *Cuevas de Andina.*

Veguina. — La mine en roche la plus importante est la Cueva de las Calderas; on y a exploité un banc de quartzite ferrugineux, tendre, prenant souvent l'aspect d'une brèche à grains de quartz, avec pâte ferrugineuse, et encaissé entre des bancs d'une roche analogue, mais beaucoup plus dure, plus compacte et résinoïde. Il est dirigé S.-E., N.-O. et plonge de 50° au S.-E.

L'exploitation s'est étendue depuis le niveau du rio Carcedo à 80 mètres, suivant la direction, et en hauteur jusqu'aux affleurements. Le fond des travaux est aujourd'hui une flaque d'eau au milieu de laquelle on reconnaît encore deux étais très bien conservés qui soutenaient la roche au front de taille. Un rognon de quartz remplace la couche exploitée.

District de Belmonte.

Begega. — L'ancienne exploitation de Begega, située tout près du village, est dans le genre de celle de la Lienza, d'Iboyo, etc. Elle a été ouverte dans une zone composée de quartzite résinoïde grisâtre, reposant sur le calcaire saccharoïde, pénétrée de noyaux de quartz, ressemblant souvent à une brèche ferrugineuse. Le gîte se compose de bourses ou de petites veines de fer, hématite compacte. A la naissance des anciens travaux, apparaît une couche de

porphyre noirâtre, à pâte ferrugineuse et à grains calcaires. La pyrite de fer, souvent décomposée, se présente aussi en grande abondance.

Près de Begega, les terrains ont subi un métamorphisme complet annonçant la proximité des roches plutoniques. La zone minérale est enclavée entre des montagnes de quartzite blanc, dur, compacte, exactement comme à la Lienza, etc.

L'aqueduc, qui amenait les eaux sur les travaux, avait une lieue de longueur.

Or des rivières.

Rio Navia. — Le rio Navia, comme le Valledor et autres des Asturies, au dire des orpailleurs qui exploitent ses sables aurifères, ne contient des sables d'une certaine richesse que sur onze lieues de longueur, depuis Corralin (Tierra de los Conqueros) jusqu'au pont de Orubio. La plus grande richesse se trouve sur un parcours de cinq lieues seulement. De Grandas de Salime jusqu'à Orubio, tout le lit du rio Navia est encaissé jusque près de son embouchure entre des montagnes presque verticales composées en grande partie de quartzites et de schistes micacés maclifères. Depuis Boira jusqu'à Boal, où on laisse la rivière à droite, le granite apparait en tous les points sous les couches de quartzite qui forment les sommets les plus élevés de cette contrée.

On conçoit que sur des pentes aussi nues, aussi rapides, s'approchant souvent de la verticale, il n'ait pu se former aucun dépôt de sable de quelque importance. Aussi, les orpailleurs exploitent-ils les sables qui se déposent entre les fissures des roches formant les abords de la rivière, et qui, subissant là une concentration naturelle, arrivent à une teneur quelquefois considérable (voyez page 504 l'essai fait par M. Rivot). Souvent aussi ils lavent des sables qu'ils retirent du lit même de la rivière.

La journée des orpailleurs ne dépasse pas, terme moyen, de 3 à 4 r. v. (1) ; ils n'ont pas même atteint cette somme dans l'extraction de l'or qui a été pratiquée sous les yeux de M. Bézard.

Après avoir rempli de sable des cuvettes coniques très évasées à la partie supérieure, les orpailleurs les plongent dans l'eau et remuent d'abord les matières avec la main, afin que l'argile qui agglutine le sable se délaie plus facilement. Ils impriment ensuite une série de mouvements giratoires, en ayant soin de

(1) 1 réal de veillon = 26 centimes.

retirer, après quelques instants, les cailloux roulés qui viennent se rassembler à la superficie. Ils jettent dessus et avec la main, à mesure qu'ils les enlèvent, une suffisante quantité d'eau, afin que les cailloux n'entraînent aucune paillette d'or. Les ouvriers continuent ainsi le mouvement jusqu'à ce qu'il ne reste au fond de la cuvette que très peu de sables riches; c'est alors qu'ils le recueillent dans une écuelle. A la fin de la journée, tous ces sables sont remis dans la cuvette; on y ajoute quelques gouttes de mercure; on remue avec les mains, et l'amalgamation est presque immédiate. Pour l'accélérer, les laveurs impriment quelques mouvements giratoires et verticaux, puis ensuite ils recueillent le mercure. Celui-ci est pressé dans un linge faisant l'office de peau de chamois; le mercure non amalgamé passe à travers et sert à une autre opération. Celui qui est resté dans le linge se distille dans une cuiller de fer, et laisse un bouton de paillette d'or aggloméré, contenant encore une faible proportion de mercure.

Les conclusions qu'on peut tirer de ce qui a été dit précédemment doivent être réduites aux suivantes :

1° Les anciens ont parfaitement connu et exploité les roches, les sables et les filons aurifères.

2° Ces roches, sables et filons, qui leur ont donné de grands bénéfices, ne semblent pas aujourd'hui dans des conditions favorables à l'exploitation.

Quant à leur teneur en métal, elle paraît encore moins prédisposer aux dépenses que l'aspect des gîtes eux-mêmes paraît nécessiter.

En effet, on a essayé des terres ou sables du Sil,

A. Ceux couleur de brique mal cuite,
B. Les sables jaunes,
C. Des sables à demi lavés par les paysans, ou plutôt déjà concentrés,

et, dans aucune des nombreuses expériences auxquelles on s'est livré, on n'a pu rencontrer, moins pourtant dans la classe C, une quantité d'or qui fût suffisante pour payer les frais de traitement. Dans les roches et matières filoniennes les résultats ont été encore plus déplorables.

Et c'est seulement dans un sable concentré naturellement, près d'un ancien lavoir du rio Navia, que M. Rivot a trouvé des quantités d'or notables.

Ce sable se présentait en petits grains : les uns attirables au barreau aimanté; les autres quartzeux. L'or y était visible, en paillettes jaunes très aplaties.

Il contenait pour 100 :

Grains magnétiques. .	30,640
Grains quartzeux. . .	67,098
Or.	2,020
Argent.	0,242
	100,000

ce qui prouve une composition (or et argent) analogue à certains sables aurifères de la Californie.

Dans une course postérieure, on s'est assuré que le sable d'une localité, que les paysans amalgament, possède à peu près la même teneur en or. Ce fait est d'autant plus remarquable, que l'on a obtenu des résultats presque identiques sur un sable du rio Sil, concentré non loin du lieu nommé Paramo del Sil, sous les yeux de notre ami, M. Philippe Paret, qui l'a recueilli lui-même et nous l'a remis.

Avant de terminer, je ferai observer à ceux qui s'occuperaient de recherches d'or toutes les difficultés que présentent les essais des minerais de ce métal.

Le lavage des sables argileux demande un débourbage très soigné.

Celui des pyrites aurifères grillées (méthode de M. Boussingault), quoique d'une facile application, exige une certaine habileté.

Les attaques aux acides, conseillées dans un mémoire publié par les *Annales des mines russes*, sont fort embarrassantes.

Pour des matières très pauvres, les procédés, du reste fort bons, de notre ami, Don Augustin Martinez de Aleibar, n'offrent pas assez de puissance ni d'exactitude.

La scorification à la litharge avec mélange de charbon, suivie de coupellation et de départ, ne produit généralement aucun résultat sur les sables non concentrés.

Et ceux-ci, essayés par tous les moyens que M. Chaudet conseille pour les terres de monnaies ou cendres d'orfèvres, ne laissent jamais que des traces d'or après le départ.

Malgré tout, je crois que, les lavages bien coordonnés, les méthodes de MM. Boussingault et Aleibar sont encore celles qui remplissent le mieux l'objet qu'on peut se proposer dans les essais de minerais d'or.

Paris, février 1852.

M. de Grünewaldt fait de la part de M. B. Cotta la communication suivante :

De la structure des montagnes, par M. Bernhard Cotta (1).
(Extrait par M. de Grünewaldt.)

Dans l'ouvrage qu'il vient de publier, M. le professeur Bernhard Cotta propose une classification simple et naturelle des systèmes de montagnes.

Il part de la structure intérieure des montagnes. Leur forme actuelle résulte d'un double procédé : de celui de leur origine et des divers événements qui ont modifié postérieurement leur forme primitive. La classification générale des montagnes se fait d'après leur origine ; mais certains systèmes de montagnes, quoique identiques par leur structure intérieure et par leur forme primitive, ont été soumis, après leur soulèvement, à une destruction plus ou moins longue, et sont rangés d'après la mesure des changements qu'ils ont subis.

Les principes généraux de la classification sont si exactement tracés par la nature elle-même, que cette mesure paraît être la seule chose laissée à l'appréciation individuelle de l'auteur. Fondée sur une étude scrupuleuse de certains systèmes de montagnes choisis pour type de comparaison, c'est elle qui forme la partie de l'ouvrage qui offre le plus d'originalité et d'observations.

Il est difficile de faire l'analyse de l'ouvrage de M. Cotta, et je me contenterai de mentionner les idées principales qu'il contient, en donnant les résultats que l'auteur lui-même a résumés à la fin de son ouvrage ; j'espère que ces quelques lignes suffiront pour attirer sur l'original l'attention qu'il paraît mériter.

Le paragraphe 38 résume les principaux résultats de l'ouvrage de M. Cotta qui sont, en partie, nouveaux ; voici quels sont ces résultats :

1° Les montagnes n'ont pas surgi d'une manière immédiate, mais elles se sont formées peu à peu et quelquefois pendant de très longs intervalles de temps.

2° Nous ne connaissons pas encore avec certitude les lois générales qui expliquent leur situation et leur direction.

3° Les véritables systèmes de montagnes résultent d'une activité vulcanique soulevante.

---

(1) *Der innere Bau der Gebirge betrachtet von Bernhard Cotta.* Freiberg, 1851. — *Verlag von J. B. Engelhardt.*

4° Mais leurs formes actuelles proviennent de destructions postérieures (par des agents liquides) à différents degrés.

5° Il faut distinguer les soulèvements locaux, qui ont produit les montagnes, de ceux qui, sur une échelle plus vaste, ont produit de grands continents : ces derniers ne sont peut-être que des boursouflures de l'écorce terrestre, sans que les masses éruptives y aient cherché une issue locale.

6° Les formes horizontales des systèmes de montagnes sont analogues jusqu'à un certain point au groupement des volcans. Les systèmes massifs de montagnes sont analogues aux groupes de volcans (*vulkangruppen*), et les chaînes de montagnes sont analogues aux files de volcans (*vulkanreihen*).

7° Nous distinguons principalement trois espèces d'origine pour les montagnes, et une très grande quantité de combinaisons de formes résultant de leurs développements et de leurs dégradations à différents degrés.

Ces trois espèces d'origine sont :

a. Par un épanchement et par un entassement de masses éruptives à la surface du globe. — Montagnes volcaniques.

b. Par un soulèvement des parties préexistantes de l'écorce solide du globe, occasionné par des masses volcaniques poussées vers la surface. — Montagnes plutoniques.

c. Par une compression latérale de laquelle résultent des plis dans l'écorce solide du globe.

8° Plusieurs de ces espèces d'origine se trouvent quelquefois combinées dans un même système de montagnes.

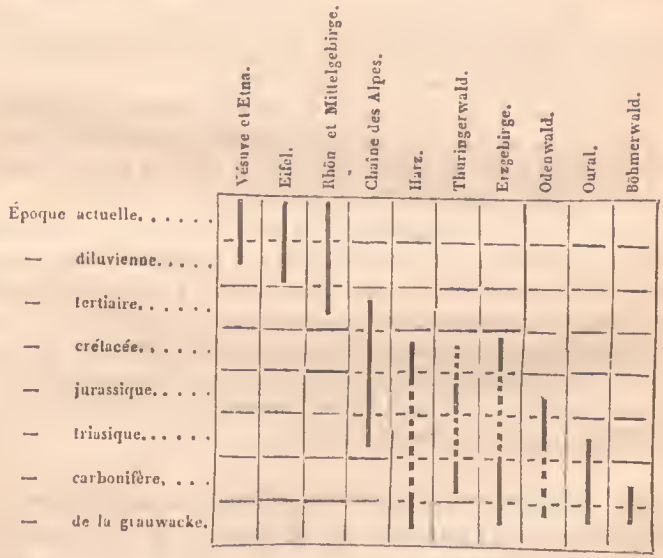
9° Les systèmes de montagnes résultant du soulèvement des portions préexistantes de l'écorce solide du globe montrent la plus grande variété dans les différents degrés de destruction auxquels elles se trouvent soumises. On y distingue des montagnes à structure plissée, d'autres à feuillets schisteux cristallins, et d'autres à masses centrales, qui correspondent à des coupes supérieures, moyennes et inférieures dans l'écorce terrestre.

10° Les montagnes à structure plissée de cette espèce sont toutefois à distinguer de celles qui dérivent d'une compression latérale.

11° Outre la distinction des couches soulevées et non soulevées, qui a été introduite dans la science par M. *Élie de Beaumont* pour apprécier l'âge relatif des systèmes de montagnes, il est d'une haute importance pour le même sujet de rechercher quelles sont les différences présentées par les dépôts sédimentaires qui se sont formés sur deux ou sur plusieurs côtés des chaînes de montagnes.

12° Les roches volcaniques se distinguent aussi bien par leur forme que par leur nature minéralogique des roches plutoniques, c'est-à-dire de celles qui se sont consolidées dans l'intérieur de la terre. Les premières forment des cônes éruptifs à la surface du sol, les deuxièmes forment souvent des cônes souterrains. La coupe transversale des roches plutoniques donne, par exemple, les ellipsoïdes granitiques qu'on rencontre si fréquemment. Ces deux espèces de roches remplissent l'une et l'autre des fentes étroites, dans lesquelles elles ont le plus souvent cristallisé un peu autrement que dans les grands massifs.

M. B. Cotta représente d'ailleurs, par les lignes tracées sur le tableau suivant, la durée des soulèvements de quelques systèmes de montagnes.



M. de Grünewaldt lit encore l'extrait suivant d'un Mémoire de MM. Schlagintweit :

Mémoire sur la topographie des glaciers, par MM. Hermann et Adolphe Schlagintweit (1).

Ce mémoire contient les recherches intéressantes que MM. Schlagintweit ont faites en 1848 sur les glaciers de la Pasterze et de

(1) *Communication analytique des recherches sur la géographie*

l'OEtzthal en Tyrol. Pour faire comprendre ces recherches, il est nécessaire de dire quelques mots sur les moraines de névé (*Firnmoränen*), qui n'avaient pas encore été observées.

Le glacier de Pasterze est composé de plusieurs affluents dont la plupart continuent à se distinguer après leur réunion par des lignes plus ou moins courtes et parallèles, qui marquent les limites de ces anciens affluents. Les deux affluents principaux sont séparés dans toute l'étendue du glacier par un creux rempli de névé, qui s'étend jusqu'au fond. Ce phénomène a également été observé par MM. Schlagintweit aux glaciers Leiter et Vernagt, et c'est ce qu'ils ont nommé : moraine de névé.

Voici l'explication qu'ils en donnent :

La réunion de deux affluents d'un glacier ne se fait pas subitement. Le rocher, au bout duquel ils se réunissent, les empêche de se toucher immédiatement et cause un vide entre les deux masses de glaces. Ce vide paraît se prolonger en fente jusqu'à la fin du grand glacier dont les affluents font partie.

Si la réunion a lieu à la hauteur du névé, comme au Pasterze, le vide est rempli par cette neige granulaire; et le névé, se trouvant une fois entre les deux affluents, est entraîné par le mouvement du glacier jusqu'à la fin de celui-ci.

Ce qu'il y a de remarquable, c'est que ce névé ne se change pas en glace, tandis que cette métamorphose a lieu généralement pour les grandes masses de névé qui alimentent les glaciers. Il paraît que cette métamorphose est empêchée par la condition particulière dans laquelle se trouve ce névé; car il est dans une fente et il laisse passer l'eau qui ne séjourne pas sur lui, tandis que les grandes masses sont complétement imbibées par de l'humidité et par de l'eau qui ne tarde pas à se changer en glace.

MM. Schlagintweit donnent des détails très intéressants sur les glaciers de la Pasterze et de l'OEtzthal, et ils terminent leur mémoire par le résumé suivant :

Résumé. — 1° La formation de glaciers est un phénomène commun aux grandes montagnes. Elle dépend de la température et de l'humidité, mais surtout de la configuration des vallées.

2° L'inclinaison *minima* d'un glacier est de 3°; l'inclinaison

---

physique des Alpes, par MM. Hermann et Adolphe Schlagintweit. Leipzig, J.-B. Barth, 1850, p. 48-76. — *Bulletin de la Société géologique allemande*, 1850, 4e livraison, p. 362.

d'un glacier de premier ordre varie de 5° à 7° depuis son extrémité inférieure jusqu'à son extrémité supérieure, en comprenant les mers de névé.

3° Dans une vallée des hautes Alpes, remplie par un glacier, on distingue : le glacier lui-même, composé de glace solide; les vastes mers de névé, composées de neige grenue. Les parois des cimes qui les entourent sont recouvertes de glaces (*Hocheis*), et de neiges grenues (*Hörnerschnee*), qui sont distinctement séparées des mers de névé par de profondes crevasses d'une forme circulaire (*Bergschründe*, *Rimayes*).

4° Chaque glacier est composé de plusieurs affluents qui sont séparés les uns des autres, soit par des moraines de pierres, soit par des moraines de névé.

M. Delesse, secrétaire, donne lecture des extraits de lettres qui suivent :

Extraits de différentes lettres adressées à M. Deshayes par le père Cornette, de la compagnie de Jésus.

Collége Saint-Michel, à Saint-Étienne, 20 avril 1852.

Monsieur,

L'île Dominique ne présente dans sa partie S. qu'une longue suite de montagnes escarpées, et trop groupées pour laisser apercevoir quelque direction. La côte S.-E., que j'ai vue à un jet de pierre, est de bon atterrissement; les montagnes plongent presque perpendiculairement dans la mer, tandis qu'au S.-O. on remarque beaucoup de terrains déjetés et formant des écueils. Cette remarque s'applique à toutes les Antilles que j'ai vues en allant et en revenant, à Oruba, à Saint-Dominique, à l'île Mogane, etc. Cette disposition de terrain permet de soupçonner l'existence de courants violents anciens venant de l'orient, balayant les flancs orientaux des îles pour rejeter les débris sur le flanc occidental, où la force du courant était neutralisée par la résistance même des îles. Cette remarque sera confirmée par de nombreuses observations, et acquerra quelque importance.

L'île d'Oruba, qui se présenta d'abord à nous, court du S.-E. au N.-O. La partie basse, qui ne dépasse pas 150 à 200 mètres, est sablonneuse, sédimentaire. Au milieu s'élève un

cône majestueux, grisâtre, couronné par le fort *Castel-Rojo*. Sa forme et ses flancs déchirés m'ont induit à le croire d'une nature différente de celle des collines qui moutonnent autour de lui. Il partagera, sans doute, avec les rochers *Monges*, la nature de la côte de la Guajira, et aura des relations avec la chaîne transversale de Venezuela, dont il sera la dernière manifestation N. La direction des collines est celle de l'île. On croirait qu'elles ont été formées par des courants autour du pic primitif, auquel elles servent maintenant de contre-fort.

Santa-Marta est une ville de 4 à 5,000 âmes, bâtie proprement, sur un banc de sable quartzeux, sale, fin, sans consistance, dans une baie profonde. Cette baie est formée au S. et à l'E. par des montagnes escarpées, déchirées, à l'aspect sauvage, et au N. par de gros rochers qui semblent s'être à moitié engloutis par glissement dans la mer.

Vue de la baie de Santa-Marta, prise sur mer, à l'ouest.

Le système de montagnes de Santa-Marta dépendra, sans doute, de la chaîne de Venezuela, avec lequel il a plus de rapport de nature qu'avec la chaîne orientale des grandes Cordillères andésitiques; mais il faut dire qu'il forme comme un groupe isolé en apparence, quoique ses vallées et ses gorges aient une direction bien déterminée de l'E. à l'O. On ne le voit plus à Rio-Hacha; il a disparu à 4 lieues à l'O. sous les terrains fluviatiles et les lacs de la Sienega. Je me suis convaincu à mon retour, en traversant ces lacs, qu'il ne s'avançait pas à plus de 10 ou 12 lieues dans l'intérieur. On m'assura même qu'il est séparé des autres chaînes intérieures par des plaines immenses, et qu'il ne serait pas nécessaire que la mer s'élevât beaucoup au-dessus de son niveau actuel pour en faire une nouvelle Antille. Mais cette assertion a besoin de confirmation, car personne ne connaît son flanc S.-E. Ce groupe se compose essentiellement à sa base, et même à de grandes hauteurs, dans toute la partie du N. et de l'O., que j'ai parcourue, de granite et de stéaschiste ou micaschiste.

(J'ai préféré la dénomination de *stéaschiste*, à cause de l'aspect gras de cette formation.) Le granite se compose de quartz et de mica fin souvent nacré; la pâte en est assez fine et compacte. Je n'y ai pas trouvé l'orthose ou feldspath. Le stéaschiste est quartzeux, verdâtre, et paraît plus ou moins phylladique, selon sa plus ou moins grande union au granite. On trouve le quartz pur, sale, compacte, gras, en rubans plus ou moins bizarrement contournés, dans le granite et le stéaschiste. Le stéaschiste domine dans les rochers *a*, *c*, *d*, au promontoire *g*, et au sommet de quelques collines intérieures. Il sera sans doute ici, comme ailleurs, postérieur au granite, quoique souvent il soit impossible de discerner la nuance qui les sépare. Le granite n'a qu'une apparence de stratification. Il est brisé en tous sens par les agents chimiques; mais il semble pourtant suivre la pseudo-stratification du stéaschiste, dont la direction est de l'E. à l'O., et dont l'inclinaison est constamment de 35 à 40 degrés. J'ai trouvé aussi dans cette formation des couches minces d'une terre rosâtre friable qui m'a paru être une décomposition d'orthose. A la hauteur de 600 ou 800 mètres, on rencontre la même confusion pseudo-stratiforme de granite et de stéaschiste plus ou moins micacé. En quelques endroits l'action de l'atmosphère et de l'oxyde de fer ont décomposé ces terrains, et donné lieu à quelques pouces de terre végétale. Il m'a été impossible de constater si les rochers *a*, *b*, *c*, *d*, qui défendent le port contre les vents du septentrion ont été séparés par ébranlement ou par glissement, à cause du peu d'homogénéité dans la stratification. Il est probable que ce sera par glissement. Ils ont été bouleversés par de violents courants anciens. Le rocher *a*, surmonté d'un fort, et haut d'environ 150 mètres, s'appelle *Morro*.

Il est clair qu'on n'a pas rencontré de fossiles dans ces roches protogènes. Pourtant on a trouvé, à une hauteur d'environ 180 mètres, sur le flanc O. de la colline *e*, entièrement nu, un oursin fossile adhérant au rocher par un grès sale, tendre, ocreux, micacé, composé lui-même de ce même grès. Je l'ai recueilli; il est dans le musée de Vals. Il a environ 0,06 de diamètre, et il est très aplati. Au pied de ce rocher vivent encore des Oursins. Il est donc probable que ces rochers ont été recouverts de terrains gréseux sédimentaires. Je n'ai trouvé aucun fossile dans les terrains déjetés qui me paraissaient de formation plus ancienne.

Le 16 juillet 1852, je m'embarquai à Santa-Marta pour aller visiter Carthagène. Cette ville est bâtie sur un banc de sable argileux, fin, sale, sédimentaire, qui paraît de diverses formations, et qui règne sur toute la partie de la côte que j'ai vue. C'est une espèce de fange

gréseuse, sale, assez dure. Une belle végétation entoure la baie. Derrière la ville s'élève le *Cerro de la Popa*, isolé, ressemblant à une pyramide renversée, et, dit-on, de nature primitive. Il sera, sans doute, une dépendance et la dernière apparition O. du groupe de Santa-Marta.

Toute la côte, depuis *Porto-Bello* jusqu'à Chagres et au delà, se compose de collines érosées en tous sens, peu élevées, formées d'argile rouge et jaune sans consistance, sédimentaire. Dans la partie inférieure, cette argile est plus dure et un peu gréseuse, comme celle de Carthagène, et paraît devoir être rapportée à diverses formations.

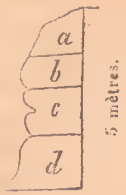
Le fleuve Gorgona coule dans un lit très régulier sur et entre des argiles gréseuses sales, souvent sans consistance et sans apparence de stratification. Près de la *Gorgona*, on trouve quelques dépôts arénacés fluviatiles.

A 2 lieues environ au S.-E. de la Gorgona se trouve le point le plus élevé de l'isthme dans cette partie.

L'arête dure de la Cordillère se montre là au jour. C'est une roche blanchâtre, quartzeuse, compacte, assez dure, qui ressemble au semi-porphyre quartzeux dont parle M. de Humboldt. Sur le flanc E. reposent des terrains sédimentaires arénacés, gréseux, argileux, qui forment des marais infects, et où la végétation est moins puissante. Avant d'arriver à Panama, sur les rives du *rio Grande* et du *rio Hondo*, on trouve des sables et cailloux roulés, et même des rochers qui sortent du sol.

Le port de Panama est peu profond; il est pavé et formé par une argile sale, dure, gréseuse, qui se fend en lames plus ou moins épaisses.

Pendant notre traversée sur l'Océan Pacifique, la beauté du temps nous permit d'étudier avec facilité la côte du Choco. Cette côte est basse et couverte d'une belle végétation. Les eaux de la mer la corrodent, y creusent de profondes baies, et isolent des masses d'argile qui ressemblent à des tours crénelées ou à des colonnes couvertes de verdure. Ainsi ont été formées l'île *Gorgone* et l'île *Carvajal*, où s'élève le village de Buenaventura, et d'autres moins connues ou désertes. Depuis une assez grande distance en mer apparaît dans les nuages, sous un angle assez grand, la crête du chaînon occidental des Andes. On distingue parfaitement qu'elle s'abaisse en courant vers le N. La mer, par 4° lat. N., est peu profonde. A une distance de plus de 3 milles du rivage, la sonde donnait 7 à 8 brasses, et touchait sur une argile sale, dure, polie, qui montait vers le rivage par une pente très douce.



Falaise de Buenaventura.

La falaise dont la coupe est ici représentée se trouve sur la côte N.-O. de l'île Carvajal, non loin de la douane de Buenaventura. Elle peut être comme un type de la côte de tout le Choco, au moins dans les environs de Buenaventura ; car les érosions de toute l'île et de la terre ferme lui sont identiques, à l'exception de l'assise *a*, qui est plus ou moins puissante ou capricieuse, selon l'action des eaux. Les couches qui la composent sont horizontales, ou bien plongent un peu à l'O., comme l'indiquait le niveau de la mer vu à peu près à la même heure.

La couche *a*, plus ou moins épaisse, chargée d'une belle végétation, est une argile jaune rougeâtre, sans consistance, sans stratification, très analogue aux argiles supérieures de l'isthme de Panama.

La couche *b*, plus constante, épaisse d'un mètre, est une argile verdâtre compacte, un peu feuilletée, plus dure que la couche *a*, et appartenant certainement à une époque plus ancienne.

La couche *c*, argile grisâtre, verdâtre, semblable à la limonite, un peu gréseuse, renferme des galets ocreux assez durs, semblables à des géodes aplaties, qui sont évidemment dus à des concrétions gréseuses formées par le travail chimique de l'oxyde de fer.

La couche *d*, argile grise, dure, compacte, sans galets ocreux, se prolonge sous la mer et en forme le fond à plus d'un mille de la ville. Elle paraît ancienne.

On n'a trouvé aucun fossile dans ces formations argileuses. Et en fait de coquilles vivantes, je n'ai rencontré qu'un *Fusus*, des Turbo et une Néritine. Je n'ai pas vu l'Ostrée qui produit la perle.

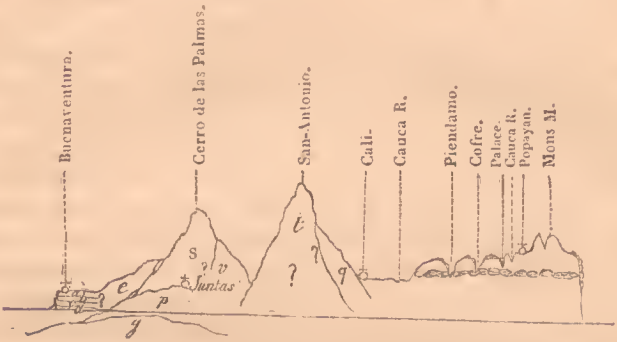
Le fleuve Dagua est de couleur jaune-succin. Il présente une inclinaison de 0,20, puis de 0,50, et enfin de 1m,50 à 1m,75 sur 100 mètres, sans parler des cascades. Il coule d'abord dans les argiles vues à Buenaventura. D'abord disparaît la couche *d*, puis la couche *c*, qui a entravé le fleuve par ses galets ocreux. La couche *b* résiste assez fortement aux eaux du fleuve, et disparaît enfin. Quant à la couche *a*, si tendre, si capricieuse, on la perd bientôt de vue sous la végétation, noyée ou rongée par les détri-

tus fluviatiles. A sa place a succédé enfin une couche puissante de sable grossier, quartzeux, peu agglutiné, qu'on ne peut pas mettre au rang des poudingues, et qui paraît être de formation récente, mais que le fleuve seul n'aura pu former. Sa base m'a échappé, et il m'a été impossible de discerner si elle était antérieure ou postérieure à l'argile *a*. Je l'ai vue atteindre une puissance de 20 à 25 mètres : on dit que c'est la couche aurifère et platinifère; elle commence à environ 100 mètres au-dessus de la mer. Elle m'a paru capricieuse, quelquefois argileuse, et à grains roulés plus fins; mais la végétation ne permet guère de l'apprécier, pas plus que de distinguer la hauteur à laquelle elle s'élève comme contre-fort des formations qui vont apparaître.

Déjà le fleuve charrie des blocs de rochers semi-porphyriques quartzeux, des quartz compactes laiteux, et des débris de schiste argileux à l'aspect soyeux. Ainsi laisse-t-il entrevoir quelle sera l'ossature solide de la chaîne dans les gorges de laquelle nous pénétrons. Avant d'arriver au *Saltico* apparaît la base protogène, en masses énormes, brisées en tous sens, et sans stratification distincte. C'est une formation quartzeuse, blanchâtre, souvent verdâtre, comme la serpentine, contenant des nids et rubans de quartz compacte gras. La présence du quartz porte à la placer parmi les terrains silicatés alumineux, et l'ensemble des substances la rapporte aussi aux silicates magnésiens. Je l'ai prise pour la hyalomicte ou pegmatite; mais ses rapports frappants avec des roches que nous verrons ensuite, et qui sont des semi-porphyres quartzifères, m'ont porté à admettre cette dénomination, quoique peu déterminée. Le mica y est très rare. L'orthose manque absolument. Au-dessus de cette formation semi-porphyrique apparaît une nouvelle formation majestueuse par sa masse et sa hauteur : c'est le schiste tendre, argileux, soyeux, qui couronne toute la première partie du chaînon occidental.

La hauteur de *Juntas* est placée au-dessus de l'assise porphyrique; elle a conservé jusqu'à la fin les mêmes caractères. Cette assise sera, sans doute, analogue à celle dont parle M. de Buch, qu'il appelle syénite ou porphyre quartzifère, et qu'il a rencontrée dans le haut Pérou reposant sur le granite. D'après les quelques notes que j'ai extraites de son livre sur les *phénomènes volcaniques*, le granite, à la latitude du haut Pérou, servirait de base aux Andes au niveau de la mer. Il serait composé de quartz laiteux, de feldspath, et d'un peu de mica. Je ne l'ai point rencontré le long du Dagua. S'il est vrai que le porphyre quartzifère que j'ai trouvé soit identique avec celui qu'il a vu sur le granite, celui-ci devrait re-

poser aussi sur le granite, moins saillant sous la latitude du Dagua, et cette chaîne serait le prolongement abaissé de celle du haut Pérou, ou du moins une formation due à une loi identique. Sur cette hypothèse probable, je puis former une coupe idéale de cette chaîne pour rendre plus précis ce que je vais dire. Je n'y observerai pas la loi des hauteurs.



Coupe idéale de la chaîne occidentale des Andes et de la vallée du Cauca.

Sur le granite? *g* repose le semi-porphyre *p*, qui serait lui-même inférieur au schiste *s*. Le dépôt arénacé *e* serait adossé à l'un et à l'autre peut-être.

Juntas étant au cœur même de la formation schisteuse, allons nous y reposer quatre jours pour pouvoir l'examiner à loisir. Juntas, village situé au confluent de la Pepita et du Dagua, est au fond d'une gorge profonde formée par trois montagnes schisto-argileuses, à pic, et déchirées par les eaux. Avant d'y arriver, on a déjà perdu de vue le dépôt arénacé aurifère, qu'on dit s'élever à près de 700 mètres, et dont la partie supérieure serait argentifère et cuprifère. J'abandonne aux savants le soin d'expliquer son origine et celle des dépôts argileux inférieurs de Buenaventura. Le dépôt arénacé sera dû à des courants violents venant peut-être du S.-E. Les dépôts argileux, excepté peut-être le dépôt supérieur *a*, dont je parlerai à part, sont dus à des eaux tranquilles.

A Juntas, les eaux du Dagua sont sales et chaudes; celles de la Pepita sont froides, claires et légèrement minérales. La Pepita vient du S.-E., en traversant une gorge profonde creusée dans le schiste argileux, facilement attaquable. Étudions maintenant la grande assise schisto-argileuse. Au fond de la gorge, le schiste est *noir-bleu*, légèrement soyeux, brillant. Montez le redoutable *Cerro de las Palmas*, il devient plus tendre, plus soyeux, plus brillant,

comme nacré. Il est répandu en masses énormes confondues, comme les ardoisières d'Angers et de Brives. On le dit aurifère. Je n'y ai trouvé que des pyrites brillantes, cubiques, très petites, peu abondantes. Montez encore jusqu'à 6 ou 800 mètres au-dessus de Juntas, le voilà qui est tendre, pulvérulent, ocreux; devenu argile rouge et jaune, sans consistance, par l'effet même de l'atmosphère et de l'oxyde de fer. Cette transformation du schiste en argile est certaine, et peut expliquer plusieurs formations de second ordre. L'argile qui en résulte est parfaitement identique avec l'argile *a* de Buenaventura, et parfaitement identique avec les argiles supérieures et neuves de l'isthme de Panama. N'auraient-elles pas la même origine? Celle de Buenaventura ne serait-elle pas une décomposition de la formation schisto-argileuse, lancée par un violent courant sur les flancs mêmes de cette formation? L'argile de Panama ne serait-elle pas la crête décomposée de la formation schisto-argileuse abaissée même au-dessous du niveau de la mer pour reparaître ensuite au grand jour dans les provinces N.-O. de Panama? (J'ai demandé, mais en vain jusqu'ici, quelques détails sur la nature géologique des montagnes de Véraguas, et même de Guatémala.) On n'a trouvé de fossiles dans aucune de ces argiles. La raison en est claire si elles ont une même origine. D'autres observations corroboreront ces premières assertions. Je n'ai pu saisir aucune direction sensible dans ces masses schisto-argileuses profondément érosées. Il semble qu'il y ait une direction des crêtes vers le N. ¼ N.-E., et que la masse totale plonge à l'orient.

Le 4 septembre, il nous fallut quatre heures pour gravir le formidable Cerro de las Palmas, élevé de 2,000 mètres.

Le flanc oriental de la montagne de *las Palmas* est formé d'une roche nouvelle *v*, verte, noirâtre, amphibolique, granulaire, presque friable en certains points, brisée en tout sens par les agents chimiques de la nature, résistant à l'acide, et ressemblant à un diallage décomposé. Cette roche sera-t-elle dépendante du semi-porphyre ou du granite? Sera-t-elle inférieure aux schistes argileux ou seulement adossée à cette formation? M. de Buch dit qu'il a trouvé dans le haut Pérou une roche verte amphibolique séparant le plateau intérieur des Andes de l'Océan Pacifique, et formant comme une chaîne par elle-même. Ne serait-ce pas cette même roche, moins puissante ici, et à nu dans le Pérou? M. de Buch ne parle pas de formation schisto-argileuse supérieure; cette formation manquerait sous cette latitude, tandis qu'elle serait puissante à la latitude du Dagua.

Le flanc occidental du *San-Antonio* est assez semblable au flanc que nous venons de descendre; il est stérile, desséché, déchiré; mais je n'ai retrouvé nulle part, sous les argiles pierreuses qui le couvrent, ma roche verte amphibolique *r*. A son sommet apparaît l'argile sans consistance, analogue à celle du mont de las Palmas.

Son contre-fort *q* est d'argile ancienne, grisâtre, gréseuse, qui paraît une décomposition d'une roche plus dure. Dans cette argile courent des rubans et des bandes de quartz compacte, blanc sale, brisé, mais conservant leur état normal. Des blocs de rochers quartzeux, gréseux, durs, jonchent le monticule qui sépare la rivière Cali de la rivière *San-Antonio*, toutes deux coulant au fond d'une érosion profonde. On trouve à l'O. de Cali, dans une érosion, un quartz blanchâtre, fritté, friable, qui semble avoir été soumis à une violente action chimique.

Nous voilà enfin à Cali, 6 septembre. Cette ville devrait être le lieu de la station des géologues qui voudraient étudier plus à fond la chaîne occidentale des Andes granadiennes.

Je n'ai trouvé jusqu'ici aucune trace de calcaire et aucune trace de terrains volcaniques.

Toute la partie occidentale comprise entre le Cauca et la chaîne O. des Andes est plate et uniforme. La partie, au contraire, qui est entre le Cauca et la chaîne centrale est montueuse, et plus ou moins déchirée par des torrents profonds. Elle se compose tout entière essentiellement d'une argile rougeâtre, sédimentaire, de l'époque moderne. On la dit partout aurifère, et en effet, sur différents points que j'ai vus, on en extrait des *pepitas* d'or et de la poussière d'or par le lavage. Il m'a été impossible de discerner la base solide sur laquelle repose cette couche d'argile, surtout dans la partie occidentale du fleuve Cauca, où les érosions sont rares. Cette argile me paraît très épaisse, et dépasse au moins 12 à 15 mètres. Elle est pure à l'O. du Cauca, et ne m'a pas laissé voir de blocs engloutis, comme celle de la partie orientale. Le 10 septembre nous avons passé le Cauca, les hommes en barque, les chevaux à la nage. Il était alors assez bas, et n'avait pas plus de 50 mètres de largeur. Il coule dans la même argile dont j'ai parlé, et traîne des cailloux dans lesquels le porphyre bleuâtre et blanchâtre domine. Les rivages sont excessivement boueux. Sur la rive orientale, l'aspect du pays a sensiblement changé : ce sont des collines arrondies d'argile rougeâtre profondément érosées par les torrents du *Pescador*, *Piendamo*, *Cofre* et *Palacé*, qui accourent tous comme parallèlement de l'E. $\frac{1}{4}$ S.-E. La végétation est un peu plus vivace; on sent qu'on approche de Popayan, le *climat inventé pour les poëtes*. A l'E. ap-

paraît la majestueuse chaîne centrale et le volcan *Guila*, lançant de temps en temps des tourbillons de fumée. Le sol argileux, peu tassé, et sans forme de stratification, est jonché de blocs semi-roulés, souvent énormes (de 8 à 10 mètres de diamètre), d'une roche blanchâtre, quartzeuse, dure, analogue à celle du fleuve Dagua, qui est, ce me semble, le semi-porphyre de M. de Humboldt. Dans les érosions profondes formées par les torrents du Pescador, Piendamo, Cofre, etc., et presque au niveau de leurs eaux, et à une profondeur moyenne de 60 à 80 mètres, apparaît une couche plus ou moins épaisse de ces mêmes blocs roulés, engloutis entre deux bancs d'argile identiques, plus ou moins pénétrés par ces mêmes argiles, et qui ne doivent cette position particulière qu'à l'action des grandes eaux. Tous ces blocs gisant pêle-mêle entre le sol ou sur le sol, et l'aspect des volcans voisins, laissent entrevoir que nous marchions sur un théâtre où ont lutté les forces les plus violentes de la nature. Pendant mon séjour à Popayan, je retournai plusieurs fois revoir ces nouveaux blocs erratiques pour étudier leur direction; mais je ne pus rien conclure. Je suis pourtant à peu près certain que la couche inférieure qui se trouve entre les argiles se prolonge assez uniformément dans toute cette partie de la plaine, et même sous la ville de Popayan; car à Popayan même on prétend qu'après de longues pluies une oreille fine appliquée contre terre saisit comme le bruit du cours d'un fleuve souterrain, et en effet les blocs amoncelés sous terre peuvent offrir un passage considérable aux eaux. Mon oreille n'a pas été assez fine pour saisir ce bruit pendant mon séjour très pluvieux à Popayan, et je suis resté incrédule relativement à cette particularité. Je dirai pourtant que, d'après une assertion que j'émettrai plus tard, appuyée sur un examen des environs de Popayan, cette ville et la partie S.-E. de la plaine qui la sépare des grandes montagnes ont dû être le lieu où les blocs errants sont plus abondants, quoiqu'en en voie moins à la superficie. A quelle époque faut-il rapporter cette formation argileuse et errante? Quelle a été la direction des courants violents qui l'ont formée? deux questions qui ont quelque intérêt pour la géognosie, mais qu'il est difficile de résoudre d'une manière absolue. Voici, à ce sujet, quelques données certaines que les observations ultérieures appuieront. Cette formation argileuse renfermant des blocs roulés est de transport; elle n'est pas ancienne, comme on peut en juger par son peu de consistance et son absence de stratification; elle est très analogue aux argiles supérieures de la plaine du Choco. Les eaux actuelles ou historiques, quelque hautes qu'on les suppose, n'ont pas suffi pour produire une aussi

grande révolution. On n'y a trouvé aucun fossile, et par conséquent il est difficile de décider si ces terrains ont été entraînés par des courants d'eau douce ou par des courants marins; mais cette absence de fossiles laisse assez entrevoir quelle est leur origine. Les blocs roulés et les argiles semblant diminuer en puissance et en nombre de l'E. ¼ S.-E. à l'O. ¼ N.-O., il est probable que les courants avaient cette direction plutôt que du N. au S. ou toute autre. L'examen des terrains qui sont à l'E. de Popayan confirmera cette probabilité. Nous y verrons des masses argileuses encore plus majestueuses, qu'il faut rapporter à la même origine, et si épaisses que je n'ai pu découvrir nulle part la base à l'état normal sur laquelle elles reposent. L'Europe n'offre rien, ce me semble, qui ait quelque analogie bien marquée avec les faits que je viens de signaler.

Popayan est situé, comme je l'ai déjà dit, à l'extrémité S. du *Valle del Cauca*, sur une argile de transport qui engloutit des blocs porphyriques (blocs qui servent à paver la ville). Elle est bornée à l'E. par une colline appelée *M*, à cause de sa forme, et au S.-E. par la colline de *Bélen*. Ces deux collines sont argileuses, comme la plaine. Au N.-O. s'élève, à 3 lieues, un cône majestueux appelé *Tetilla*, qu'on dit métallifère. Au S., au S.-E., à l'E. et au N.-E., s'élève une enceinte de montagnes plus ou moins hautes, surpassées par le *Sotora*, le *Cocomico* et le *Puracé*, volcans dont le dernier vomit encore une fumée épaisse. Je n'ai pu voir que de loin le *Puracé*. Je n'ai pas pu voir le Sotora. J'ai aperçu à peine le plateau porphyrique du *Corazon*, dont M. de Humboldt a fait une description si pittoresque. Mais j'ai vu souvent le Cauca par divers points de son cours. Né près des sources du Magdalena, il coule dans des gorges porphyriques profondes, puis à travers des terrains de sédiments assez anciens, qui sont éminemment composés de porphyre et d'argiles déjetées, et même de quelques terrains quartzifères et granitiques, dont je n'ai pas trouvé les assises normales. Près de *Campamento*, à une petite lieue N. de Popayan, les sédiments fluviatiles ont une puissance de 50 à 60 pieds au-dessus de la rivière, et sont en couches qui indiquent diverses périodes de formation, les unes dues à des courants plus violents, d'autres à des eaux plus calmes; mais ce sont des sédiments récents reposant sur les argiles dont j'ai parlé, et les entamant plus ou moins. Le Cauca, froid de 13 à 14 degrés seulement, roule des porphyres plus ou moins gros, généralement bleuâtres ou rougeâtres. Ses eaux sont acidulées, à cause du tribut qu'il vient de recevoir du *Pusambio* ou *Vinagre*. Au milieu de ces

sédiments, que j'appellerai fluviatiles, j'ai trouvé plusieurs basaltes prismatiques ferrugineux à six pans et à cinq pans, dont l'un avait près d'un mètre de diamètre. M. Irurita (Raphaël), avec lequel j'ai eu de bonnes relations, me remit aussi des obsidiennes grisâtres, vitreuses, transparentes, globuleuses, provenant du *Puracé*. Ce sont les seules traces volcaniques proprement dites que j'aie rencontrées jusqu'ici. Mais rayonnons plus loin autour de Popayan, et cherchons, s'il est possible, l'origine des argiles et des porphyres erratiques dont j'ai parlé. Ce n'est pas vers le S. qu'il faut chercher le mot de l'énigme; car on n'y trouve qu'un volcan éteint et peu élevé appelé *Cocomico*, sur les flancs duquel naît le Cauca, et qui présente moins de déchirement que ne semble comporter le calcul de la masse énorme d'argile et de porphyre qui jonchent le *Valle du Cauca*. Ce volcan s'élève (d'après le général Cyprien Mosquera, alors président de la république, et avec lequel j'ai eu l'honneur d'avoir quelques rapports) à la hauteur barométrique de 571^{mm},0, et *Cobalo*, colline qui le surpasse, à 552^{mm},0. (Le général Mosquera a fait sur ce volcan et sur d'autres points de la république des observations météorologiques nombreuses qu'il se propose d'imprimer.) Près de ce volcan jaillissent deux sources thermales : l'une à 26, l'autre à 58 degrés.

Tournons donc vers l'E. $\frac{1}{4}$ S.-E. de Popayan, et là peut-être nous trouverons l'emplacement primitif des argiles et des porphyres errants. C'est là que s'élève le plateau phorphyrique du Corazon, portant sur son dos le gigantesque *Puracé*. Le chemin avant d'y arriver est encombré d'amas énormes de porphyres et d'argile plus ou moins confus. Je n'ai pas pu le voir de près, à cause du mauvais temps; mais j'ai pu remarquer qu'il s'élevait comme un mur formidable presque perpendiculaire, déchiré par les cataractes formées par les eaux qui coulent sur son sein. Cet escarpement est frappant du côté de l'O. On croirait que ce plateau, plus étendu autrefois, a perdu par un grand effort de la nature une partie de sa masse, qui aura été brisée et entraînée au loin, suivant la direction du courant qui l'a attaquée, et c'est de ce déchirement, sans doute, que seront sortis les porphyres errants engloutis dans les argiles du *Valle du Cauca*, entraînés par les eaux avec et dans les argiles. Il est très probable aussi que cette masse porphyrique du Corazon, élevée, dit-on, de 2,600 mètres, et surmontée du dôme volcanique, qui s'élève à 5,360 mètres? au-dessus de la mer, n'aura pas été créée dans l'état de dénudation où elle se trouve, mais que, comme la partie N. de la chaîne dont elle fait partie, elle aura été recouverte d'une formation schisto-argileuse. Les grandes eaux, trouvant déjà

cette formation à l'état de décomposition, l'auront facilement attaquée et entraînée avec une partie de la masse porphyrique qui lui servait de base. Il serait étonnant, en effet, que cette assise schisto-argileuse se trouvât aussi puissante qu'elle est (et que nous la verrons) à 2 lieues plus au N., dans le mont Palacé, et qu'elle manquât absolument sur le milieu du plateau de Corazon. Il est donc plus probable qu'elle a existé là comme ailleurs, et qu'un courant trouvant prise sur elle plus que sur celles qui étaient plus au N. l'aura attaquée et entraînée, et répandue confusément, avec une partie de sa base solide, dans la gorge du Cauca, qui s'offrait pour la recevoir. Le courant qui l'a entraînée viendrait donc de l'orient. Quel sera-t-il? d'où viendra-t-il? sera-ce une éruption abondante du volcan? Non. Sera-ce le dernier cataclysme historique qui a bouleversé, selon le récit mosaïque, la surface de tout le globe? Je n'en sais rien. J'exprime un fait que j'ai remarqué; je ne veux pas tirer toutes les conclusions qui peuvent s'en déduire; je les abandonne aux savants, qui ont eu plus de temps et de livres que moi pour étudier et chercher des relations entre les faits observés dans les diverses parties de la terre. J'ai lu quelque part que, sous le Puracé, on trouvait une base de granite. Je ne l'ai pas remarquée, car je n'ai vu que des cailloux roulés granitiques errants dans le Cauca. On assure aussi que le sommet du volcan est formé d'obsidienne vitreuse; il ne serait donc pas étonnant qu'on eût trouvé autour de ses flancs et même loin de lui des obsidiennes erratiques.

J'abandonne maintenant mon mystère un peu expliqué. Il faudrait passer plusieurs années et par un beau temps à Popayan pour juger des immenses convulsions dont il a été le théâtre. On sait que son sol est encore mouvant, et que les forces de la nature ne sont point encore à l'état d'inertie. Pendant mon séjour dans cette ville, le 27 octobre, mercredi, à midi et demi environ, on entendit à quelques lieues N. de la ville, près de Chilichas, une affreuse détonation souterraine. Une rivière fut arrêtée dans son cours, puis reparut de nouveau, charriant des matières argilo-sulfureuses. C'était le volcan Guila qui avait fait une éruption. Les derniers jours de novembre 1849, le Puracé gronda plus fortement, et lança des cendres abondantes jusque dans Popayan.

Le docteur Irurita me donna des détails circonstanciés sur cet événement, qui jeta la terreur dans la ville. Je reçus en même temps de lui un paquet de ces cendres pour les examiner. Je ne les crois pas cendres volcaniques et laviques proprement dites,

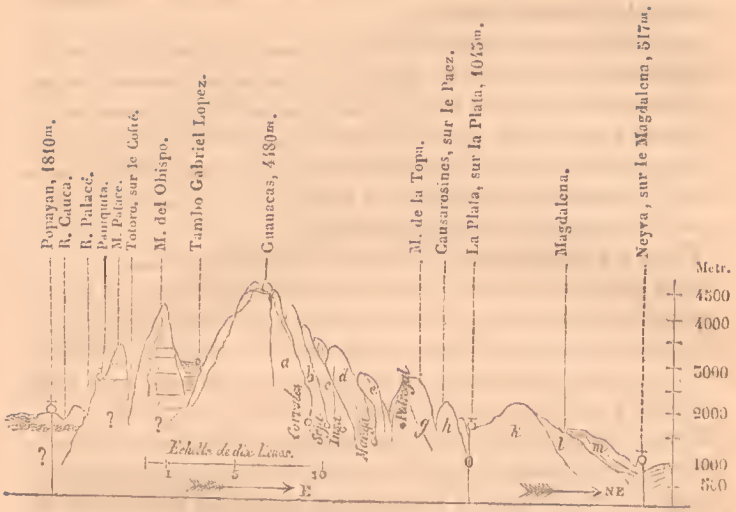
mais le résidu d'une calcination de substances pseudo-volcaniques, comme les silicates alumineux.

Le même docteur Irurita m'envoya aussi un débris d'arbre fossile, palmier, dit-on, ou fougère, qu'on appelle *guayacan*, et qui a été trouvé du côté de Pasto, à une hauteur où les palmiers ne croissent plus. Ce fait, s'il était bien avéré, prouverait l'existence d'un soulèvement, ou d'un abaissement de température dans ce lieu. La botanique prêterait ainsi la main aux géologues. Je possède une partie de ce prétendu palmier.

Il n'y a pas de calcaire dans les environs de Popayan.

Une question qui me préoccupa beaucoup, et que j'ai chargé quelqu'un d'examiner, c'est la relation qui existe entre les schistes et les porphyres dans la chaîne centrale des Andes. Le porphyre est-il supérieur ou inférieur à cette formation, ou bien est-il indépendant? Le schiste repose-t-il sur lui comme dans la chaîne occidentale? Le porphyre est-il une formation volcanique ou semi-volcanique quartzeuse, et doit-il être isolé des autres formations, comme les trachytes, les basaltes, les phonolites et les laves de l'Europe, qui forment comme des terrains à part? Quels rapports a-t-il avec l'*andésite*? Autant de questions auxquelles il m'est difficile de répondre. Je l'ai vu chargé de schiste argileux sur le Dagua; je l'ai vu dénudé au pied et dans le plateau du *Corazon*. Je ne l'ai pas vu se mêler au schiste ou au granite, et laisser voir qu'il a été formé avec eux par une même loi continue, ou par une succession immédiate. Je le chercherai en vain dans mon voyage à travers la chaîne centrale; il ne se montrera pas, et nous laissera dans l'incertitude sur son âge relatif. Je ne doute pas que l'andésite (que je n'ai pas vue, si elle n'est pas ce même semi-porphyre ou le granite des Guanacas) ne doive avoir quelques rapports avec lui, car l'un et l'autre doivent être placés, ce me semble, parmi les produits plutoniques, et feront partie des formations principales qui composent la grande chaîne.

Voici le mont Palacé, boisé presque jusqu'à son sommet, couvert et composé peut-être tout entier d'une argile rouge et blanchâtre sans consistance. Cette argile neuve ne paraît pas déjetée et de transport, mais elle semble due à la décomposition d'un terrain protogène qui ne se montre nulle part. Elle change souvent de couleur, et offre des zones, des rubans et des nids intérieurs d'argile plus tendre ou plus dure, jaune ou blanchâtre, souvent rouge de sang et couleur lie de vin. Cette dernière paraît graveleuse. Peut-être sera-ce la décomposition d'un schiste compacte ocreux moins phylladique, impur et micacé. Ces argiles sont identiques



Coupe transversale de la chaîne centrale des Cordillières, par 2° 30′ N.

avec celles de la plaine de Popayan. J'ignore si elles sont aurifères comme elles; mais leur vue et leur peu de consistance me confirment dans l'assertion que cette formation encore debout à cette latitude aurait été entraînée à la latitude du Puracé, qui n'est que de quelques minutes S., et aurait laissé à découvert le semi-porphyre du *Corazon*, qui lui servait peut-être de base, et aura été répandue confusément dans la plaine du Cauca par un courant qui aura trouvé moins de résistance à cette latitude que derrière les hérissés et indomptables *Guanacas*. Je cherchai en vain cette prétendue base semi-porphyrique dans les érosions du Palacé et du Cofré qui tourne cette montagne à *Totoro*. Ce dernier roule des blocs de porphyre et de granite, mais sans laisser voir l'assise solide à laquelle il les a dérobés.

Comme le *Palacé*, le *Cerro del Obispo* ne voulut me montrer ni son pied ni son cœur. Ce sont encore des masses argileuses compactes, analogues à celles du *Palacé*, présentant diverses couleurs et différentes zones. Une de ces zones, plus régulière, se compose d'une argile blanchâtre, d'aspect crayeux, mais dépourvue de craie, formant un *stratum* de 30 à 40 mètres de puissance. Arrivé presque au sommet, je remarquai une particularité singulière : sous la terre végétale, qui n'a pas plus de 0,15 d'épaisseur, court un ruban ocreux, rouge de sang, formé comme par une coulée d'oxyde de

fer, qui se serait répandue en nappe sur tout le flanc où nous nous trouvons. Il est très régulier, et n'a pas plus de 0m,05 d'épaisseur moyenne. Les formations argileuses se trouvent sur le revers dans le même état. Si l'intérieur de cette montagne est primitif, ce terrain sera recouvert par des assises argileuses variées ou par des anneaux argileux superposés jusqu'au sommet.

Le plateau intérieur, argileux, sédimentaire, qui sépare le mont *Obispo* des hérissés *Guanacas*, doit être élevé, car il est froid, et il n'y croît guère, avec quelques graminées, que des éricinées et le fraylejon (Espeletia fraylejou). L'argile sédimentaire qui compose ce plateau, examinée dans le torrent de l'E.. qui coule au pied du mont *Guanacas*, offre deux formations : l'une supérieure, rouge, de 10 à 12 mètres de puissance et horizontale ; l'autre blanchâtre, plus dure, ayant au moins 5 à 6 mètres de puissance. Je n'ai pas vu sa base.

Nous gravîmes le 11 au matin, par un beau temps, le *Paramont*. Son flanc occidental présente les mêmes caractères que le *Cerro del Obispo*. C'est la même argile, épaisse, variant de couleur, et cachant sa base solide. On y distingue aussi une double nappe d'argile rouge, formée par des coulées d'oxyde de fer, et conservant presque partout la même épaisseur et un parallélisme parfait. Ces deux rubans apparaissent très bien avant qu'on arrive au sommet. Des blocs de granite semi-roulés errent dans le sentier, et annoncent l'ossature de l'intérieur des monts ; ils se multiplient de plus en plus, et enfin on marche sur une argile, blanchâtre, grenue, qui ressemble à la pierre ponce, et repose sur l'assise primitive. Devant nous, à droite, apparaissent des chaussées gigantesques, nues, déchirées, s'élevant à pic à 200 et 250 mètres au-dessus du chemin. Entre ces chaussées primitives, décharnées par les grandes eaux, et présentant généralement leur pointe à l'orient, se trouve un petit étang de 50 à 60 mètres de diamètre, appelé *Laguna del Paramon*, dont l'eau, chargée d'oxyde de fer, ne gèle jamais, et qui portait encore de 3 à 4 degrés.

Nous sommes au sommet, à une hauteur de 4,480 mètres au-dessus du niveau de la mer, et à 3° 30′ de latitude N. environ.

Le granite grisâtre, grossier, que j'ai recueilli est composé essentiellement de feldspath, de mica et de petits cristaux noirâtres, grisâtres et verdâtres, qu'on prendrait d'abord pour des tourmalines, mais qui sont, ce me semble, de l'épidote thallite. Le mica est rare. Le feldspath jaunâtre à cassure laminaire est plus abondant. Le quartz manque. Je n'en ai trouvé dans aucun des échantillons que je possédais. Ce granite paraît comme semi-calciné ; son ciment est

peu dur, et il se décompose facilement, à la superficie, sous l'action de l'atmosphère et de l'oxyde de fer, en une argile grossière, graveleuse, blanchâtre, ayant un aspect de ponce. Il se divise en *strates* par brisement. La direction de ces strates est exactement du S. au N. C'est la direction même de la chaîne, et ils plongent régulièrement à l'orient, formant un angle de 60 degrés. Cette direction est si constante qu'elle servait parfaitement à m'orienter dans le passage de ce col du Paramont. Il est certain qu'un courant a passé par le col du Paramont, et a déchiré les rochers qui le formaient. Ceux qui restent encore debout, comme de grandes ruines, ont eu quelque rapport entre eux, et n'ont pas été créés dans l'état de dénudation et de déchirement où ils se trouvent. Ce granite sans quartz, mais *thalliteux*, sera-t-il l'*andésite?* Il est probable. Le terrain composé d'andésite est très indéterminé, ce me semble. On dit qu'il compose l'intérieur de la chaîne où nous sommes, un peu plus au N., dans le passage du *Quindiu*. Il est probable que ce sera le même. Le granite que j'ai vu paraît semi-volcanique, ou du moins attaqué par une forte action du calorique. L'andésite doit être placée, ce me semble, parmi les anciens produits volcaniques, comme les phonolites et les trachytes anciens. Quels rapports aura cette formation andésitique avec la formation porphyrique? Je n'en sais rien; car le porphyre ne s'est plus montré, et des masses d'argile m'ont dérobé le flanc occidental de cette assise primitive presque jusqu'à son sommet. Tout ce que je puis dire c'est que, en consultant diverses variétés de granite et de porphyre, on trouve quelque relation de texture et d'aspect entre eux, et que le porphyre pourrait bien être son contre-fort, mais un contre-fort qui ne se relèverait point jusqu'au sommet des monts, et resterait caché sous les formations subséquentes.

Sortons du col des Guanacas, et entrons dans la gorge étroite et profonde qui s'ouvre devant nous à l'E. comme un abîme. L'andésite a disparu; nous sommes entre deux murailles majestueuses de schiste noir assez dur, mais argileux, et qui résiste peu à l'action de l'atmosphère; ses débris jonchent le fond de la gorge, tandis qu'on ne trouve presque pas de débris de granite andésitique. Le schiste suit la direction du granite, dont il est le contre-fort, et s'incline profondément à l'orient. Cette gorge est certainement une gorge d'érosion, la forme des flancs même en offre une preuve, à moins qu'on ne la regarde comme formée par un brisement dû à un soulèvement. Elle n'a pas plus de 300 mètres de largeur de sommet à sommet pendant un mille au moins. Un courant violent l'aura creusée ou régularisée en venant de l'orient.

S'il venait de l'occident, on trouverait certainement dans cette gorge et dans celles que nous verrons les débris errants de l'andésite du sommet, tandis que j'en ai à peine trouvé quelque trace. Le second contre-fort *b*, qu'il faut de nouveau gravir à pic près du *tambo Corrales*, parce qu'il tombe perpendiculairement dans le torrent, est encore schisteux; mais son schiste est brillant, micacé, d'un aspect talqueux, et renferme des débris de quartz compacte incrustés dans sa pâte lors de sa formation. Une couche légère d'argile couvre ce schiste sans se mêler à lui. Les autres assises *c*, *d*, adossées à la formation *b*, ont aussi à peu près la même nature; mais ils sont plus argileux, moins brillants, et sont souvent ferrugineux. Leur inclinaison et leur direction sont parallèles à celles de l'andésite. Le fougueux *Rio Negro*, qui vient du S. jeter ses eaux noires dans l'Ullucos, doit sa couleur et son nom à ce même schiste, peut-être houiller, sur lequel il coule.

En jetant les yeux vers le N., depuis le fond de la gorge du *Rio Negro*, on aperçoit entre deux montagnes schisteuses à arêtes tranchantes une immense formation sédimentaire de près de 200 mètres de hauteur, érosée par le torrent Ullucos, qui présente diverses couches de sable quartzeux, argileux, plus ou moins dures, mais attaquables par les eaux qui les rongent au pied et les entraînent. Ces couches alternent plusieurs fois, et chaque alternance offre à peu près les mêmes caractères. Ces dépôts arénacés argileux ne sont pas assez anciens ni assez agglutinés pour prendre place parmi les poudingues. Nous en verrons plus tard d'autres dépôts.

Vis-à-vis le *tambo* de la *Manga* le schiste est mélangé de fer, et ses pointes m'ont présenté l'aspect de chaussées basaltiques. Il m'a fallu les toucher pour me convaincre que ce n'était que le même schiste plus terreux affectant des formes bizarres. La montagne *g*, sur laquelle se trouve le village du *Pedregal*, est un arrière-contre-fort isolé et courant dans un sens opposé à la chaîne, c'est-à-dire du N. au S. L'Ullucos le double vers le N. pour se jeter dans le *Paez*, qui vient du N.-O. Cette montagne, appelée montagne de la *Topa*, est couverte de sables et d'argile sur son flanc occidental. Son sommet est d'une pâte noirâtre compacte peu dure, qui serait, comme le schiste compacte, peu phylladique (1). Son flanc oriental laisse voir encore le schiste argileux dont ses entrailles sont composées. Au pied de ce mont on rencontre des formations gréseuses assez épaisses, qui semblent d'ancienne formation. Elles

(1) La pierre du sommet ressemble assez à une espèce de pagodite noirâtre et couleur lie de vin.

sont amoncelées contre sa base. De là on entend déjà mugir le torrent du Paez. Il bondit sur le schiste argilo-quartzeux, qu'il met partout à nu. On dit qu'il naît au pied du volcan *Guila*, latitude 3° 2', longitude de Popayan 0° 30'. Il coule au fond d'une gorge si escarpée qu'on ne peut presque nulle part l'approcher. En suivant la rive orientale, nous voilà au lieu appelé *Volador del Néné*. C'est une butte sédimentaire de 2 à 250 mètres de haut, composée : 1° de sables roulés présentant 5 mètres d'épaisseur au niveau du torrent ; 2° d'un sable identique, fin, renfermant des blocs gréseux roulés, plus ou moins épais; 3° d'un sable pur, de 2 à 3 mètres; 4° d'un sable terreux renfermant des blocs de schiste non roulés, avec des blocs et des débris de fer oligiste? et de fer oxydulé magnétique errant, assez fortement aimanté. Ce fer a fait donner à la butte le nom de *Aloma del Jenan* (il donnerait plus de 0,70 pour 1,00 d'excellent métal ; mais le transport serait impossible) ; 5° d'un sable renfermant des blocs gréseux roulés, puis au-dessus du sable pur et des blocs roulés; véritable confusion, où l'observateur reste déconcerté, et ne peut saisir une idée d'ensemble. Mais ce qui l'étonne bien davantage, c'est, au-dessus de tout cela, l'apparition de masses énormes de poudingues composés d'une espèce de pierre brisée, couleur cire, conservant toujours le même niveau, et formant presque toute la colline *h*. Il est probable qu'ils auront comblé autrefois toute cette gorge, et que, entraînés par des courants violents, ils auront cédé une partie de leur place au dépôt arénacé. Les terrains seront sans doute disposés dans l'ordre ci-joint : *s*, schiste argileux ; *p*, poudingues; *b*, sables roulés ; *c*, sable schisteux avec fer magnétique ; *d*, sable roulé fin ; *e*, blocs roulés dans sable, etc.

Le dépôt arénacé apparaît de tous côtés avec les mêmes caractères, et je suis convaincu qu'après avoir été formé à la place des poudingues il a occupé toute la gorge, et a été creusé et excavé à son tour par les grandes eaux, qui ont dû agir autrefois dans cette gorge resserrée.

Avant d'entrer dans la vallée gracieuse de la Plata, il faut encore traverser une petite butte d'argile, et enfin on arrive aux sables fluviatiles sur lesquels repose le village de la Plata.

Une remarque importante, c'est que la chaîne centrale offre un flanc plus dénudé à l'E. qu'à l'O. Le flanc occidental des montagnes est généralement encombré, quoique escarpé. Cette remarque sera applicable d'une manière plus sensible encore quand nous examinerons la chaîne orientale.

Je partis de la Plata le 14 décembre après midi. Prenant désor-

mais une direction E. ¼ N.-E., je passai sur le dos de la colline schisto-argileuse *k*. Ce schiste conserve encore la direction du S. au N., et s'incline à l'E. de 20 degrés. Bientôt les poudingues apparaissent de nouveau avec les dépôts arénacés analogues à ceux que j'ai signalés. J'arrive au joli village de *Paicol*, et je monte sur la *Mesa*, ou plateau qui porte son nom. Cette *Mesa*, rongée au N. par le Paez, est formée de diverses couches arénacées. Au niveau de la rivière, ce sont des sables agglutinés avec des blocs roulés ou non roulés, des sables argileux d'une alternance confuse; au sommet, on voit un sable sans consistance, grossier, et par dessus, en certaines localités, un sable argileux vert : le tout pouvant avoir 250 mètres de puissance. Cette masse sédimentaire est attaquée en tous sens par les torrents. Le *Motilon*, entre autres, venant du S., la ronge jusqu'aux poudingues et aux schistes qui lui servent de base. Nous arrivons au confluent du Paez et du superbe Magdalena, appelé simplement *el Rio* (le fleuve), dont la coupe ci-dessous donne une faible idée.

Coupe transversale du Paez et du Magdalena, avant leur confluent.

Entre les deux montagnes schisteuses *s*, séparées de plus d'une demi-lieue, s'élèvent d'abord deux assises *a*, sédimentaires ou pseudo-sédimentaires, composées d'argile. Cette argile est rouge de sang, crénelée par les eaux, et elle imite par ses formes bizarres nos cathédrales gothiques. Contre elle s'adosse? la formation poudingues *b*, ayant comme elle la même hauteur de chaque côté de la vallée; puis le dépôt arénacé *c*, que j'ai décrit, et qui se compose de couches alternantes de sable argileux, de blocs roulés ou non roulés, de sable agglutiné se correspondant exactement au N. du Paez et entre les deux affluents; puis enfin des sables fluviatiles *d* récents. Il y a eu sur ce point comme quatre grandes séries de révolutions : celle de la formation et destruction de la *Mesa* argileuse *a*; celle de la formation et destruction de la *Mesa* poudingues *b* [celle-là pourtant ne m'a pas laissé voir sa concordance parfaite, car elle a été très bouleversée, et ce n'est

plus qu'une masse confuse (1)]; celle de la formation et de la destruction du dépôt arénacé, puissant de 200 mètres; enfin celle de la formation des dépôts fluviatiles qui bordent le *grand fleuve*. Nous traversâmes bientôt le grand fleuve, qui n'a pas plus de 50 à 60 mètres de largeur, mais qui est profond. La rive est formée par des amas de poudingues assez agglutinés, surmontés de masses argileuses. Il entraîne le granite micacé et les débris du poudingue à pierre compacte dont j'ai parlé.

Le fleuve Magdalena, que nous allons suivre environ 50 lieues, naît dans le Paramont de las Papas, par 1° 58′ latitude N., et environ 0° 14′ longitude E. de Popayan, à une hauteur approximative d'environ 1750 mètres au-dessus de la mer, tandis que le Cauca, son plus grand tributaire, naît près de lui à une hauteur d'environ 4400 mètres. Il se dirige d'abord vers le S.-E., à travers des gorges profondes, puis entre des terrains de sédiments puissants, charriant des argiles gréseuses qui lui donnent une couleur jaune sale, passe près du village *Gigante*, où l'on a trouvé, dit-on, des ossements fossiles énormes, reçoit le Paez par 2° 31′ latitude N. et 1° 7′ longitude E. de Popayan, et roule ses eaux, doublées par son tribut, dans une direction N. constante.

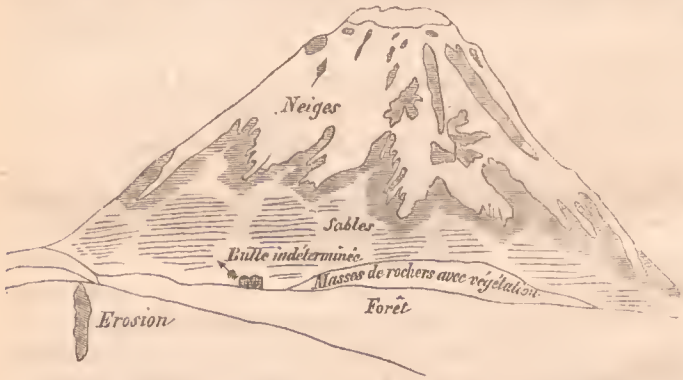
La *Mesa* arénacée, appelée *Mesa de Neyra*, se compose, au niveau du Magdalena, 1° d'une argile sablonneuse; 2° au-dessus, de blocs roulés de grès quartzeux jaunâtre; 3° d'argile rouge renfermant des débris schisteux à texture compacte; 4° au-dessus, d'une argile blanchâtre, psammiteuse, dure; 5° de sable décomposé assez fin; 6° d'argile sablonneuse verte. Dans le lointain, au S. et au N., apparaissent encore les restes des masses d'argile à formes gothiques dont j'ai parlé, adossées aux montagnes schisteuses, qui s'éloignent et disparaissent. Toute la Mesa de Neyra a la composition dont je viens de parler presque jusqu'à Neyra. Elle n'a pas plus d'un pouce de terre végétale, et dessous se trouve un sable sans consistance que les eaux attaquent et entraînent rapidement. Elle s'abaisse sensiblement jusqu'à Neyra, où elle se rétrécit, et n'a pas plus de 15 mètres au-dessus du fleuve. Elle est entamée par plusieurs grosses rivières qui viennent du S., et qui sont le *rio del Hobo*, *rio de Neyva*, *el rio Frio*, *el rio Arenoso*, *el rio Loro*.

Les bords du Magdalena, depuis Neyra, sont d'abord composés de bancs de poudingues assez agglutinés, formant un terrain compacte noirâtre, veiné de couches de diverses couleurs

(1) J'avais d'abord cru la formation *b* supérieure à *c*, mais elle est plus ancienne et sera peut-être inférieure aux argiles rouges.

en cailloux roulés, qui ressemble à une pierre de lard, mais qui est dure. Sur cette assise régulière, qui augmente de hauteur en descendant le fleuve, on aperçoit des masses de grès décomposé peu agglutiné, sale et souvent errant. Enfin le fleuve se resserre entre des rochers solides qui me paraissent primitifs, et qui seront, sans doute, la base solide de la chaîne centrale. Je n'ai pas pu les examiner. Les grès décomposés dominent toujours les hauteurs, et encombrent les gorges de la rive orientale. Les sables du rivage sont aurifères.

Depuis le confluent du *rio Fusagasuga*, on aperçoit vers l'O., à 7 ou 8 lieues, l'ossature solide de la chaîne centrale couronnée par des neiges éternelles. C'est le fameux Paramont de *Ruiz*, dominé lui-même par le majestueux Tolima, qui s'élève comme un pavillon blanc à une hauteur approximative de 4580 mètres. Je vous envoie ci-joint la coupe de ce dôme majestueux, copiée fidè-



Vue du volcan Tolima, depuis Bogota. — Années 1847, 1848, 1849 et 1850.

lement à l'aide d'une lunette astronomique (Cauchoix) et de l'appareil de Gavard, pour déterminer l'amplitude de l'oscillation de la limite inférieure des neiges vue depuis Bogota. Pendant deux ans et demi je n'ai remarqué aucune différence sensible. Cette coupe pourrait servir de terme de comparaison pour l'avenir. Le Tolima m'a constamment offert la même forme et les mêmes taches, ainsi que le Paramont de Ruiz, qui est plus au N.

Vue du Paramont neigeux de Ruiz. — Années 1847, 1848, 1849 et 1850.

On ne peut les apercevoir qu'avant huit heures du matin et la veille des jours de pluie. Sa vue distincte à l'œil nu est généralement un signe de pluie.

Nous n'avons trouvé jusqu'ici aucune trace de calcaire, ni errant ni à l'état de formation. Plusieurs voyageurs m'ont assuré qu'on en rencontre une masse assez considérable en dépôt sur le flanc de la Cordillère orientale. Nous en rencontrerons, en effet, dans la suite du voyage; mais on n'en trouve pas dans la chaîne centrale. Ce qui distingue cette dernière, à la latitude du Tolima, c'est une masse déjetée que l'on dit chargée de soufre, et qu'on appelle pour cela *azufrado*, sur le flanc oriental de cette chaîne, au-dessus d'*Ibague*. La présence abondante du soufre autour du volcan Tolima comme autour des volcans du S. porte à les placer parmi les *solfatares* et non parmi les volcans laviques. Le revers du *Quindiu* est une argile fangeuse sans consistance, comme celle du flanc occidental du Guanacas, sans doute. L'intérieur est le granite andésitique. On prétend que le noyau même est un trachyte qui se présente comme une coulée. Je n'ai rencontré aucune trace de trachyte sur les bords du Magdalena, et dans les cailloux qu'elle charrie et qui lui viennent de l'E. et de l'O.

La première colline que l'on rencontre en quittant le Magdalena par une direction N.-E. est un grès décomposé errant ou peu agglutiné, peu fertile, et qui est, à n'en pas douter, de transport. Nous le trouverons presque dans toutes les anfractuosités des montagnes encombrant les gorges et formant souvent des dépôts puissants, ou bien en blocs énormes errant sur une formation avec laquelle il n'a aucune relation. Nous verrons plus tard où il faut chercher son origine. Et, de même que celle des argiles du *Valle de Cauca* paraissait devoir être recherchée à l'orient, celle des grès disséminés devra peut-être être recherchée aussi à l'orient. La rivière Bogota ou Tocayma, que l'on passe en barque près de Tocayma, coule au milieu de ces blocs errants charriant des sables gréseux, dont l'épaisseur est telle qu'on ne peut encore découvrir leur base. Tocayma est sur une de ces masses formées par les grès errants; mais cette masse repose sur un schiste tendre très argileux et en décomposition, qui n'a aucun rapport avec elle. La hauteur de la ville au-dessus de la mer est d'environ 480 mètres. On a trouvé dans une formation voisine, que je n'ai pas pu voir, des coquilles fossiles marines (Ammonites). J'ai beaucoup regretté de n'avoir pu voir si elles appartenaient aux formations schisto-argileuses ou bien aux formations gréseuses errantes. Il est probable qu'elles n'appartiennent pas à ces dernières, car on en aurait

trouvé ailleurs. Derrière la colline sur laquelle s'élève la ville, le *Bogota* reçoit le torrent de l'*Apulo*, qui vient du N. Ce lieu, appelé *Juntas*, fixa vivement mon attention. Cette gorge profonde est formée par des montagnes de schistes argileux anciens; mais, dans la rivière *Apulo*, je rencontrai immédiatement, en examinant les sables, des blocs errants de calcaire noir fétide, compacte, avec du calcaire blanc cristallisé, souvent portant empreintes de pyrite ou de sublimation pyriteuse. Je me mis aussitôt en quête pour trouver le dépôt solide d'où ces blocs avaient été arrachés; mais en vain, je m'informai; il me fut impossible de trouver le dépôt à l'état normal. Je ne trouvai que des débris errants. Il est probable que la masse, dans ce lieu, aura été entièrement dissoute et entraînée. Le calcaire errant de l'*Apulo* ne se rencontre pas seulement le long de ce torrent; nous le trouvons à diverses latitudes, sur le flanc occidental de la chaîne de Bogota, comme sur les bords du rio Caña, tributaire du *rio Negro*, par 5° latitude N. et 0° 18′ longitude O. de Bogota, où je l'ai rencontré errant et pyriteux. Dans la vallée de Guadnas, par 5° 8′ latitude N. et 35′ longitude O. de Bogota, et surtout dans la vallée du *rio Negro*, tributaire du Meta à l'orient de Bogota, dans la gorge profonde de Caquesa, que nous verrons un jour. Il faut donc conclure qu'il y a eu sur ce flanc une formation calcaire peu puissante, que les agents physiques de la nature auront plus ou moins dissoute, ou bien que d'autres terrains auront recouverte et cachée aux yeux de l'observateur. Il faudra conclure aussi que la même loi qui a présidé à la formation des terrains de l'ancien monde a présidé aussi à la formation des terrains de cette partie du nouveau.

Ayant dû traverser la nuit deux collines pointues, je ne pus ni reconnaître leur nature, ni discerner si les calcaires erraient encore dans les torrents qui les séparent; mais le contre-fort de la maison Amaya est encore une masse de grès roulé errant.

Dans une gorge au N., près du village d'*Anolayma*, coule un torrent appelé aussi *Anolayma*, qui charrie des pyrites brillantes, et leur donne en les roulant une forme globuleuse parfaite. J'en ai recueilli qui avaient 6 à 7 centimètres de diamètre.

La colline du *Paradero*, entre la maison *Amaya* et la *Mesa*, est un schiste très argileux, brisé par retrait, passant à l'argile sale, et présentant diverses nuances de couleur depuis le rouge jusqu'au vert. Il paraît souvent à nu et sans terre végétale. Immédiatement sur lui et sans adhésion reposent des blocs de grès semi-roulés, ayant souvent 3 à 4 mètres de diamètre moyen. Aucun ne s'est montré noyé dans la pâte argilo-schisteuse; mais tous reposent sur elle,

et sont entourés seulement par quelques centimètres de terre végétale. Ce grès blanchâtre, assez dur, souvent brillant, est parfaitement identique avec celui que nous verrons à une plus grande hauteur à l'E., et je n'ai aucun doute qu'il n'ait été entraîné des assises déchirées qu'il forme sur les crêtes des montagnes de la savane de Bogota. Le nombre des blocs croît à mesure que nous avançons, et la *Mesa* s'élève sur une agglomération *c* de ces grès plus ou moins brisés, qui aura dû être formée par la résistance même qu'offrait le *Paradero* au courant qui les entraînait. Les gros blocs mal déguisés mamelonnent dans les rues de la ville, qui est située par 4° 37′ latitude N. et 0° 25′ longitude O. de Bogota, à une hauteur de 1280 mètres.

La masse psammiteuse déposée par les courants et tranchant avec le schiste argileux a plus de 100 mètres d'épaisseur.

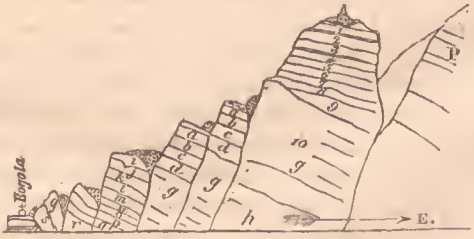
Les deux monticules qui nous séparent de la grande côte, appelés *Cerro del Escobal* et *Cerro del Ospicio*, sont encore formés de schiste argileux nu ou couvert d'une légère couche d'argile et chargé des mêmes blocs gréseux errants.

La côte terrible, qui commence au village de *Tena*, est encore le même schiste argileux *bleu-noir*, moins brisé, légèrement dérobé à l'œil par une couche d'argile. Arrivés jusqu'à la hauteur de la savane, arrêtez-vous, et vous verrez se dresser en face, sur votre tête, une masse énorme de grès brisé prêt à tomber, et formant toute la crête de la montagne. Ses flancs sont déchirés, excavés en tous sens, et la direction de ce long flanc déchiré est du S. au N. C'est d'ici, n'en doutez point, c'est de cette assise encore à l'état normal que proviennent les masses errantes que nous avons rencontrées. La nature est absolument la même, et il est certain que de ces flancs excavés se sont détachés des masses énormes. Le mystère de l'origine est expliqué. Il ne resterait plus qu'à expliquer celui du transport. Il est probable que les schistes argileux sur lesquels ils reposent, plus attaquables qu'eux par les eaux et l'atmosphère, se seront dissous et *argilifiés*, et que la masse superposée aura été entraînée dans l'abîme; mais il faut recourir à d'autres forces pour transporter si loin ces masses énormes, pour les dissoudre, pour en encombrer le lit du Magdalena, qui est éloigné de cette assise de plus de 30 milles, et enfin pour les faire passer au-dessus des collines schisteuses assez élevées et courant dans une direction N. qui les séparent du lieu où nous les avons trouvées. Les forces actuelles de la nature ne suffisent pas pour expliquer cette énigme. Il faut évidemment recourir à quelque courant violent ayant une direction de l'E. à l'O., et surpassant

les montagnes majestueuses qui se dressent autour de nous. D'autres observations confirmeront cette conclusion. Les formations psammiteuses ne se montrent guère au-dessous de 2700 mètres. Je chercherai plus tard, le baromètre à la main, la hauteur moyenne de cette formation; et des observations plus longues me conduiront à des considérations générales sur l'âge relatif des divers terrains que j'ai reconnus, et sur la détermination probable de l'époque de leur formation comparée à celle des terrains de l'ancien monde.

Bogota, la capitale de la république de la Nouvelle-Grenade, est située au pied des montagnes ou Paramonts de l'E. de la savane.

La savane ou plateau de Bogota est un des points les plus intéressants de la Nouvelle-Grénade : c'est une plaine parfaite courant du S. au N., s'abaissant légèrement vers le S., entourée de tous côtés par des montagnes dont la hauteur sera de 400 à 700 mètres au-dessus de son niveau, n'ayant pour l'écoulement de ses eaux que la gorge resserrée et la cascade majestueuse du Tequendama au S. Sa longueur est d'environ 16 lieues; sa largeur moyenne de 5 à 6 lieues. Elle se prolonge en baies dans les anfractuosités des montagnes, et plusieurs collines ayant sa direction semblent sortir de son sein. Sa hauteur moyenne est de 2660 mètres. Sa partie la plus haute, vers le N., ne dépasse pas 2720 mètres, et sa partie la plus basse, près du Tequendama, sera 2600 à 2610 mètres. La partie S.-O. est marécageuse, et l'on assure qu'autrefois elle était en grande partie envahie par les eaux. Elle est arrosée par le Bogota ou Funzha. Sa température moyenne est de 15 degrés.



Coupe du Monserrate, au N.-E. de Bogota.

La première montagne qui s'offre au N.-E., près de la ville, est Monserrate, dont la coupe ci-dessus donne une idée de celles qui suivent jusqu'à plus de 2 lieues au N. Elle s'élève comme contre-fort glissé et isolé des Paramonts P, qui lui sont supérieurs, et l'examen des diverses masses qui la composent laisse voir qu'elle a été soumise à de fortes commotions. Les anfractuosités sont comblées par

des débris de grès brisé. Voici sa nature, indiquée par des nombres et des lettres : 1, sable et grès dur, ocreux; 2, grès schisteux tendre, brisé; 3, grès peu dur, ocreux ; *4*, argile phylladique tendre; 5, grès tendre avec filons d'oxyde de fer; 6, grès schisteux, très argileux, brisé; 7, 8, grès dur, argileux, ocreux, ou tendre et ocreux ; 9, grès schisteux, argileux, bleu, brisé; 10, *g*, grès dur, en couches très épaisses, brisées, se dirigeant au N. 30° E. environ, et plongeant généralement à l'orient. Les couches supérieures et inférieures, et en général toute cette montagne et la montagne P, ont la même direction et la même inclinaison. Sous l'assise épaisse *g*, qui se trouve plus haut dans la montagne P, et oblige à admettre que le *Monserrate* a glissé, se trouvent des couches de grès argileux tendre, et enfin des schistes très argileux noirâtres *h*, que le torrent de *San-Francisco* a mis à nu, et dans lesquels j'ai rencontré des empreintes très déformées d'*Ammonites*. Ce schiste argileux sera sans doute la base même des grès, et celle que nous avons vue à *Tenasuca*, et que nous verrons sur le flanc oriental de ces montagnes (dans la course à l'orient). Les contreforts du Monserrat sont : *a*, grès ocreux dur, recouvert par des détritus gréseux; *b*, grès dur; *c*, grès tendre; *d*, grès argileux bleu, se brisant par retrait en parallélipipèdes rectangulaires; et *g*, l'assise de grès dur, identique à 10 degrés, et *g* de la grande masse; *i*, grès dur; *j*, argile feuilletée blanchâtre; *k*, grès argileux jaune; *l*, argile phylladique; *m*, grès tendre; *n*, schiste argileux blanchâtre; *o*, grès dur brisé; *p*, argile schisteuse bleue; *q*, grès dur brisé; *r*, argile gréseuse et grès dur; *g*, grès dur; *s*, argile tendre; et enfin la savane avec ses diverses couches.

Il est possible de reconnaître dans cette montagne, dans la confusion de ces alternances, une certaine loi générale de formation; mais il est impossible aussi de ne pas reconnaître qu'elle a été fortement secouée ou par affaissement ou par soulèvement.

Hauteur barométrique du Monserrate, *prise avec un bon baromètre Bunten, le* 21 *octobre* 1849 *et le* 12 *février* 1850 ; *toutes corrections faites.*

	Therm.	Barom.		Therm.	Barom.		Therm.	Barom.
Bogota, soir, 21 octobre.	17°.	559m,0.	Au pied de l'Église.	14°.	525m,0.	Au sommet.	» . .	»
	17°.	559m,0.		» . .	» . .		14°.	522m,1.
Bogota, matin, 12 février.	18°.	565m,9.	Id., sur l'Alto Sano, au pied du mont.	15°,5.	526m,9.	Id.	14°.	524m,7.
	18°.	561m,7.		19°,0.	562m,5.		» . .	»

Une fontaine, coulant près du sommet, donna. . . . 11°,0.
Une autre, coulant à moitié de la hauteur. . . . . 9°,6.
Et une autre, coulant aux deux tiers de la hauteur. . 9°,3.

Nota. Le pied solide du mont est à 0,002 barométrique plus haut que la place de Bogota.

L'eau du Fucha et celle du *San-Francisco* donnaient au pied du mont 15° et 18°,8, et le baromètre, sur le Fucha, à un mille N.-O. de Bogota, donnait 564m,8, pendant qu'à Bogota il était de 561m,7. Ce résultat donne une idée de l'inclinaison de la savane de Bogota depuis les montagnes jusqu'à une demi-lieue sur son sein.

Des mesures trigonométriques faites à Bogota avec un excellent théodolite répétiteur ont donné un résultat conforme aux mesures barométriques.

Sa hauteur vraie au-dessus de Bogota est de 566 mètres.

Sa hauteur au-dessus de la mer est de 2660 + 566 = 3226 mètres environ, en supposant Bogota à une hauteur nette de 2660 mètres.

Les montagnes qui se trouvent à 6 lieues N. de Bogota ont une coupe occidentale toute différente de celle du Monserrate, quoiqu'elles se composent, en général, des mêmes terrains. Voici la coupe de la côte de Fusca.

La crête à l'état primitif a ses couches légèrement inclinées à l'orient, mais courant dans une direction N. Les contre-forts, brisés et descendus par affaissement ou soulèvement, présentent les mêmes stratifications, mais penchées vers l'O.; de plus ils offrent des brisements remplis de terrains de détritus : ils consistent en une argile sablonneuse, ocreuse, sans consistance, sans véritable stratification à laquelle succède un grès dur, sale, plus ou moins brisé, et qui, sur les masses inclinées, s'est brisé encore; ce grès est descendu souvent jusque sur la savane, parce qu'il reposait sur une couche tendre gréseuse, qui est très facilement décomposée; ensuite vient une argile schisteuse blanchâtre qui repose sur la masse so-

lide et épaisse *e*, qui est le grès dur que nous avons vu dans le *Monserrate* (voir la coupe page 534). Je n'ai pas pu voir l'assise schisto-argileuse sur laquelle il repose. Toute la zone des montagnes de l'orient, jusqu'à Zipaquira, offre les mêmes caractères. Ce sera toujours le schiste très argileux chargé de grès plus ou moins épais, plus ou moins dur, plus ou moins argileux. Dans certaines localités, on trouve des dépôts houillers placés généralement entre les schistes et les grès, c'est-à-dire plus haut que la savane. Ces dépôts houillers sont capricieux, et ne présentent aucun caractère d'ensemble ou de régularité de formation.

Zipaquira, petite ville au pied des montagnes de l'O. de la savane, est par 4° 57′ latitude N. et 0° 4′ longitude E. de Bogota, à une hauteur approximative de 2710 mètres.

Une masse énorme de sel, formant au N.-O. de la ville une colline entre les montagnes, en est la richesse, et suffit presque seule à la consommation de tous les pays intérieurs de la République. Cette mine est remarquable par sa position, sa forme et sa nature. Le sel paraît avoir été amoncelé dans l'anfractuosité des montagnes comme par un flot ou par une ondulation. Il repose immédiatement, et sans transition, sur un schiste très argileux, légèrement mélangé d'oxyde de fer, et qui s'incline à l'E. On ne connaît pas toute son épaisseur; elle dépasse 100 mètres, et il est probable que le suintement qui a lieu dans cette anfractuosité, plus profonde que la savane elle-même en cet endroit, donne naissance aux diverses sources salées que l'on trouve sur le flanc O. des montagnes.

On en trouve une autre sur le côté oriental de la savane qui occupe la même position, à *Tauza* et à *Enemocon*.

On voit sur le dépôt, 1° un terrain noirâtre, comme le schiste décomposé qui renferme des pyrites cristallisées brillantes; 2° des formations gypseuses peu abondantes; et 3° au sommet, des cristaux de carbonate de chaux rhomboédrique, et en certains endroits ce même calcaire blanchâtre boursouflé ou mamelonné en forme de stalagmites.

Le sel est en couches plus ou moins pures, plus ou moins bizarrement contournées, mais presque toujours, et surtout au fond, mêlé à une substance noirâtre que les mineurs appellent *lapis*, et qui contient du calcaire.

Je n'ai trouvé dans le sel de Zipaquira aucune trace d'iode. Le manque d'iode porterait à croire que ce sel n'a pas été formé par un courant marin, car l'eau de la mer y aurait laissé sans doute quelque trace de ses éléments.

A une lieue un quart O. de Zipaquira, se trouve une mine de houille formant une assise régulière de houille excellente, dont la direction est du N. au S., et dont l'inclinaison est de 20 à 25 degrés à l'E. Elle repose sur un schiste argileux, qu'elle imprègne de charbon, et sous une autre couche de ce même schiste argileux très décomposé. Au-dessus, une couche de grès argileux se confond avec des débris de grès brisé, tendre, terreux. On m'avait dit que la couche schisteuse supérieure offrait des empreintes végétales. M. Fallon m'a démenti cette assertion. Il n'en a pas trouvé ni dans la couche supérieure ni dans la couche inférieure. Je n'ai pas eu plus de bonheur que lui dans l'examen attentif que j'ai fait ailleurs autour des dépôts houillers situés dans les montagnes à l'E. de Bogota. Le dépôt houiller a environ 5 à 7 mètres d'épaisseur; il règne d'une manière régulière sur une longueur de près d'une lieue, et finit subitement. On ne connaît pas jusqu'à quelle profondeur il s'incline sous terre.

Revenons maintenant à Bogota par *Chia* et *Suba*, c'est-à-dire par le milieu même de la savane, dans une direction N.

Ici la savane présente la forme suivante : à l'E., la coupe de Fusca, que nous avons donnée; au centre, une colline courant au N. sort du sein de la plaine couronnée de grès plus ou moins brisé, plus ou moins argileux, et paraissant bien distinct du grès argileux sédimentaire de la savane. On serait porté à le regarder comme la crête d'une montagne analogue au mont de *Fusca*, englontie par affaissement à une grande profondeur, et cachée en partie par les terrains sédimentaires de la plaine. Il m'a été impossible de discerner si le sommet de la crête était brisé. Nous trouverons d'autres collines sur le sein de la savane qui offrent le même caractère. Sur le flanc oriental de cette colline, on a trouvé des ossements humains énormes, des crânes qui appartenaient à des géants de 10 à 12 pieds, etc. On croit que c'était un cimetière ancien.

Voyage à l'orient de Bogota. — Le mont *Guadalupe*, au pied duquel se trouve la capitale, offre à peu près les mêmes caractères que le *Monserrate*. Il paraît comme une masse isolée par affaissement et glissement de la partie principale de la chaîne que nous examinons. Sa base, visible par les flancs, et non du côté de l'O., qui est encombré par les sédiments gréseux, est encore le schiste très argileux qui sert de base au Monserrate. A une certaine hauteur, et sous la limite inférieure des grès, on trouve des dépôts houillers mêlés au schiste argileux, gréseux, tendre; puis à une hauteur barométrique, de 530^{m},0 à 534^{m},0, commence l'assise de grès dur, qui s'élance jusqu'au sommet, mais qui est modifiée près

du sommet comme dans le Monserrate. Ces grès semblent s'incliner également vers l'orient. Toutes les anfractuosités occidentales sont remplies par les débris de ce même grès, tandis que le flanc oriental est pur et à nu surtout du côté du S.-E.

Voici la hauteur de ce pic majestueux, prise le 23 septembre 1849 :

A Bogota, sur la place : thermomètre, 18°,5 ; baromètre corrigé, 562^{m},26 ; hauteur, 662 mètres.

Au sommet du mont : thermomètre, 13° ; baromètre corrigé, 520^{m},46 ; hauteur, 662 mètres.

Une mesure trigonométrique dont la base était de 1200 mètres a donné pour hauteur sur Bogota 659 mètres.

Hauteur totale nette au-dessus de la mer, 2660 + 660 = 3320^{m}.

Les sommets des monts Monserrate et Guadalupe ne sont éloignés que de 1530 mètres.

J'ai calculé la hauteur barométrique par les tables d'Oltmanns ; on peut juger par ce fait de leur exactitude. Plusieurs autres observations ont donné un résultat semblable.

Une fontaine coulant près du sommet donna 9°,7.

Voici la gradation moyenne de température prise aux diverses hauteurs barométriques :

Baromètre,	562^{m},6	Thermomètre,	18°,5
—	547^{m},8	—	18°,0
—	539^{m},3	—	17°,0
—	528^{m},9	—	15°,4
—	520^{m},4	—	13°,0
—	514^{m},0	—	10°,6
—	564^{m},0	—	16°,0
—	545^{m},4	—	15°,0
—	524^{m},7	—	13°,5
—	514^{m},0	—	10°,6 (1).

Le flanc occidental du Paramont est couvert presque jusqu'à son sommet de débris de grès brisé. C'est à peine si à travers ces masses confuses j'ai pu discerner la limite inférieure des grès durs reposant sur une argile schistense, gréseuse, tendre. Cette limite assez indéterminée, et que je voulais reconnaître, sera par 523^{m},0 barométrique (le baromètre étant alors à Bogota à 562^{m},0). Ces grès subissent au sommet les mêmes altérations que ceux des monts Guadalupe et Monserrate. L'entrée du Paramont a donné

(1) Ces dernières observations sont faites le matin ; les premières sont du soir. Elles sont le résultat moyen de plusieurs ascensions.

au moyen du baromètre une hauteur de 516^{m},0, une température de 13°. Deux fontaines me donnèrent 10°,6 et 11°. Le grès ocreux tendre couvre le sommet; mais des buttes de grès plus ou moins élevées dominent le passage d'environ 80 à 100 mètres. Quelques centimètres de terre végétale glissante recouvrent ce sol stérile. Le point le plus élevé du chemin me donna environ 740 mètres au-dessus de Bogota; en ajoutant 80 mètres pour les pics qui dominent le chemin, on a une hauteur totale du col de $h = 2660 + 740 + 80 = 3480$ mètres. Dans la gorge étroite qui s'ouvre à l'E. devant nous, et au fond de laquelle nous distinguons la belle vallée de Choachin, coule le *Tunavista*, tributaire de l'Orénoque par le *rio Negro* et le *Meta*. Cette gorge est formée par deux murs formidables de grès durs, encore dans l'état où ils ont été formés, mais brisés, désunis, et prêts à tomber dans cette gorge, qu'ils comblent chaque jour. Descendons encore, et quand le baromètre nous indiquera une hauteur de 542 mètres environ, nous les verrons finir subitement, et se dresser à pic comme un rempart sur un terrain schisto-argileux. Ce rempart conserve la direction du S. au N. Là nous trouvons, à une hauteur barométrique de 547^{m},0, un petit marais ou étang, dont la température est de 15°,5. On voit donc que la limite inférieure du grès n'est pas horizontale, mais inclinée à l'orient depuis la hauteur barométrique 542^{m} jusqu'à 523^{m},0 dans l'espace d'une lieue et demie. Il paraît aussi que cette limite s'élève encore vers le N., et que l'assise même acquiert plus de puissance. On dit que le lieu où elle s'élève plus majestueuse est *Lenguasaque*, dans le N. de la savane. Au contraire, elle s'abaisse vers le S., et l'excavation profonde de 560 à 600 pieds de la cascade du Tequendama est creusée, en partie du moins, dans cette assise.

En descendant le contre-fort schisto-argileux gréseux adossé au Paramont, on trouve Choachin, village indien situé sur un second contre-fort du Paramont, composé de schiste noir-bleu, brisé, argileux. Le thermomètre y a oscillé entre 15 et 24 degrés, et le baromètre entre 606^{m},0 et 611^{m},0. La vallée profonde et fertile où nous sommes court au N., mais une branche court à l'E. Le rio Blanco reçoit les eaux de la branche du N., et le rio Negro reçoit celles qui viennent de l'E. Le fond de la vallée, au confluent des deux rivières, est à une hauteur barométrique de 634^{mm},0. Le rio Blanco, avant le confluent, n'a que 14 degrés. Le rio Negro, noir comme de l'encre, à cause des schistes noirs argileux décomposés qu'il charrie, a 18°,5. Ce torrent coule vers le S., change plusieurs fois de nom, et enfin perd le dernier avec toutes ses eaux dans le

Meta, premier tributaire de l'Orénoque. Le *rio Blanco* et le *rio Negro* roulent de magnifiques blocs de feldspath laminaire, des grauwackes et du calcaire. On dit qu'un peu au S., près de *Caquesa*, on trouve une assise de ce dernier assez considérable. Je n'ai pas pu la voir. Ce calcaire est noirâtre ou bien veiné de calcaire cristallisé blanc. Je n'y ai pas trouvé de pyrites, comme dans d'autres localités. Les grauwackes, qui sont des débris de grès bréchiformes très micacés, et des schistes à l'aspect talqueux, paraissent venir surtout de l'orient. Je n'ai pas vu l'assise normale. Le village de *Foméqui*, situé sur une colline schisto-argileuse noire, brisée et entamée en même temps par le rio Negro et le rio Blanco, à leur confluent, est à une hauteur barométrique de 602^{mm},0. La colline se brise et tombe chaque jour dans le vallon. Elle présente de profondes érosions, produites par les débâcles que les eaux ont occasionnées en corrodant son pied. C'est le dernier village de la Nouvelle-Grenade jusqu'aux plaines de l'Upiay ou du Meta. Nous avons en face, à l'orient, le Paramont, appelé *Organos de Chingasa*, qui s'élève très haut; on dit que du sommet, par un ciel pur, on aperçoit le flanc oriental formant une pente douce, et dans le lointain les plaines de l'Upiay, immenses comme l'Océan, et généralement stériles. Ces plaines sont couvertes, dit-on, par des sables assez gros, roulés et sans consistance.

A une lieue S. de Choachin se trouve, dans une gorge du Paramont, le village d'Ubaque. Ubaque donne au baromètre une hauteur de 606 millimètres. Le thermomètre oscille entre 17 et 28 degrés. Au N.-O. d'Ubaque, à une hauteur barométrique de 598^{mm},5, au pied d'un pic de grès perpendiculaire et majestueux qui domine le Paramont, se trouve la *laguna* d'Ubaque. Sa formation est facile à expliquer. Le contre-fort gréseux ayant été entraîné, et le schiste argileux étant descendu, il se forma une excavation sans issue entre le Paramont et le schiste argileux. On ne connaît pas la profondeur de ce lac.

Au N. de Choachin, à une demi-lieue, et à une hauteur barométrique de 616^{mm},0, coule une fontaine thermale minérale à 56 degrés sentant l'œuf pourri, et semblant chargée de plomb sulfuré. Je n'en ai pas fait l'analyse. Elle se trouvait plus haut et plus abondante il y a quelques années; mais une partie du flanc du Paramont ayant coulé, l'encombra et la fit d'abord disparaître. La débâcle commença à une hauteur barométrique de 581^{mm},0. Le plan très incliné sur lequel elle a eu lieu est à nu; c'est un grès schisteux argileux très ocreux. Les eaux qui en découlent sont chargées d'oxyde de fer.

Les seuls fossiles qui puissent un peu éclaircir la question de l'âge des terrains de cette gorge, ce sont des Ammonites, mais toutes extrêmement déformées. Aucune de celles que j'ai recueillies ne laisse voir sa forme particulière. Elles sont composées de grès argileux tendre, compacte, très ocreux : c'est comme une limonite compacte. Je les ai trouvées dans le schiste argileux gréseux inférieur au grès dur. Celles qu'on a trouvées occupaient la même position relative. Elles sont rares. C'est surtout à *Ubaque* qu'on peut espérer d'en rencontrer. (Une seule que j'ai rapportée est dans le cabinet de Vals.)

Entre Ubaque et Choachin, dans la gorge du *Guasa*, j'ai trouvé sur le grès argileux de petits dépôts gypseux, fibreux, grisâtres, bleuâtres, qui affectent sensiblement la forme *fer de lance*.

En revenant à Bogota par le chemin de *Crux-Verde*, qui est plus au S., on rencontre sur le flanc O. du Guadalupe un banc de grès fin décomposé, assez épais, incrustant des concrétions ferrifères qui ressemblent parfaitement à des fruits pétrifiés. Cette assise, qu'il faudrait exploiter, est au-dessus de Bogota, au S.-E., à une hauteur barométrique de 554^{mm},0, le baromètre étant à Bogota à 560^{mm},0.

Voilà tout ce que je crois devoir dire sur les Paramonts de l'orient. Passons au S. et au S.-O. Les montagnes s'abaissent sensiblement jusqu'au Tequendama. A Usmé, sur le Tunjuelo, la limite inférieure des grès durs se trouve presque au niveau de la savane, et ils y sont répandus en abondance, mais en décomposition. A *Bosa* et à *Soacha*, cette même décomposition forme des collines assez élevées, et le grès dur contre lequel elles reposent semble sortir de leur flanc avec une inclinaison à l'O. de plus de 45 degrés, et une direction N. constante. J'ai cherché en vain à *Terreros* (maison de campagne près de *Soacha*, où, dit-on, M. de Humboldt a trouvé les fameux ossements fossiles d'éléphants africains) le gisement où ces ossements reposaient; personne n'a pu me l'indiquer. Il est probable qu'ils devaient se rencontrer dans les grès décomposés argileux très épais, qui forment, en ce lieu, un contre-fort de plusieurs mètres contre la montagne, et qui reposent sur la savane.

Avant d'arriver au pont du Bogota, appelé *Puente de Canoas*, des grès durs brisés sortent du milieu de la savane comme des buttes ou des chaussées plus ou moins élevées, qui n'ont aucun rapport de stratification avec les terrains de la plaine.

La colline qu'il faut gravir depuis *Canoas* et descendre jusqu'au Tequendama est composée de grès plus ou moins brisé, plus ou

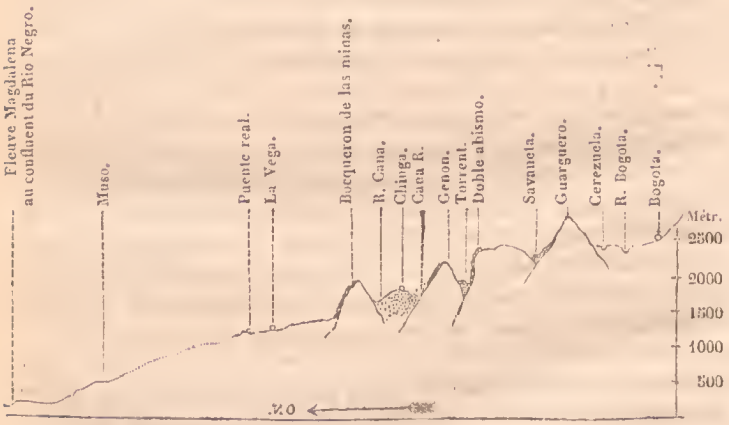
moins schisteux, dont la limite inférieure est au-dessous de la chute de la cascade, et par conséquent inférieure à la savane. Cette colline n'aura pas plus de 150 mètres au-dessus de Canoas. Si les grès ont la même puissance que dans le Paramont, c'est-à-dire une hauteur barométrique de 20 à 28 millimètres, ils seront au moins de 15 à 20 millimètres au-dessous, et formeront toute l'excavation dans laquelle bondissent les eaux du Bogota.

Sous les grès, au N.-O., on trouve des dépôts de houille excellente. Tous les terrains du flanc occidental sont extrêmement mobiles. Les schistes argileux plus ou moins pénétrés par les eaux tombent souvent en grandes masses. Au mois de novembre 1849, une montagne entière glissa sur un plan très incliné de grès schisteux argileux, et engloutit le petit village indien de *San-Antonio*, qui était au pied.

Toutes les eaux du S. de la savane ont généralement, terme moyen, une température de 15° à 15°,8. Au Tequendama, l'eau du fleuve m'a donné, en janvier 1849 et 1850, 18°,2 et 18°,3. A San-Antonio et à Tena, les eaux atteignent une température moyenne de 19°,5. Le *Tunjuelo*, qui passe à Usmé, et vient du S.-E., m'a donné, dans trois voyages, 14°,8. A Bogota, toute l'année, les eaux examinées dans les mêmes circonstances m'ont donné 15° à 15°,3, ni plus ni moins. Ce dernier résultat m'a convaincu de l'impossibilité de distinguer des saisons à cette latitude. La rivière *Cerezuela*, qui coule dans l'O. de la savane, et en se promenant assez lentement, m'a donné par vingt observations, en différents temps de l'année, 16°. Le Funzha ou Bogota, qui recueille toutes les eaux pour les porter au Magdalena, donnait 16° à Zipaquira et 17°,5 à Soacha.

J'étudiai d'abord l'inclinaison de la savane, que je dus traverser dans sa plus grande largeur. Toutes corrections faites, le baromètre étant à Bogota à 660^{mm},0, il se trouva au centre de la savane, à *Fontibon*, sur la rivière Bogota, à 664^{mm},4, et sur le *Cerezuela*, à l'O., à 660 millimètres, même hauteur que la capitale par un temps uniforme. La savane n'offre qu'un immense pâturage sur un grès argileux décomposé. Le flanc E. du Guarguero est pur : c'est une argile tantôt rougeâtre, tantôt blanchâtre, plus ou moins compacte, qui provient de la décomposition du grès schisteux argileux, servant de base aux grès à l'E. de Bogota. Elle offre sur les deux flancs des nuances de couleur, comme ce même schiste gréseux, et paraît être de la même formation. Le sommet est à une hauteur barométrique de 537^{mm},0 (température, 15° à trois heures du soir). Les grès durs n'apparaissent point sur

Carte des environs de Bogota.



Coupe d'une partie du flanc occidental de la chaine orientale des Cordillères, entre Bogota et le confluent du Rio Negro.

cette assise; mais ces grès ont dû s'y trouver, car nous allons les rencontrer en blocs énormes comblant les anfractuosités occidentales des montagnes, et ne laissant plus voir l'argile schisto-gréseuse qui leur servit de base. J'en ai trouvé qui n'ont pas moins de 25 à 30 mètres de long, et dont la position prouve évidemment qu'ils ne sont point à leur place, et qu'ils ont été errants. On n'en trouve absolument aucun du côté de la savane. Ce revers de montagnes est tellement creusé et déchiré qu'on ne peut douter de la présence de courants violents qui s'y sont précipités.

Le *Rancho de Savaneta*, au pied des grès erratiques, et près d'une cascade assourdissante, est à 573 millimètres du baromètre. Depuis là jusqu'au *Doble-Abismo* apparaît de nouveau le schiste argileux, généralement incliné à l'O., et formant des pointes en divers sens, comme celle du Doble-Abismo (hauteur barométrique 569 millimètres), qui est une langue schisto-argileuse, étroite, de 3 mètres en certains endroits, et s'élevant entre deux abîmes de 150 à 200 mètres au moins, encombrés par les grès et sillonnés par des torrents. Le Peñon (lisez Pégnon) est encore ce même schiste argileux plus incliné, et laissant voir qu'il a subi une forte commotion. Les grès durs apparaissent encore sur son sein, mais brisés et près de se précipiter. Le flanc ouest d'une partie de cette montagne est formé de rochers désunis qui laissent voir le jour entre eux. Tout le Peñon semble être descendu aussi dans la gorge qui s'offre à l'O., car la limite de ces grès est à une hauteur barométrique de 589^{mm},0, tandis que nous ne les avons pas vus sur le Guarguero à 537 mètres, et qu'ils ne se trouvent pas à l'E. de Bogota au-dessous de 523^{mm},0 barométriques.

La maison de campagne appelée *San-José de Chinga*, située au pied du *Penon* et au delà du torrent *Cana*, se trouve sur un amas déjeté et confus de grès brisé, d'argile, de schiste argileux et de calcaire noir pyriteux erratique, portant empreintes de bivalves. Je n'ai pas pu trouver le gîte solide de ce calcaire. Le schiste ne m'a offert aucune trace de fossiles, et pourtant il est identique avec celui de *Téna* et du flanc occidental de la Cordillère, que nous avons vue à la *Mesa*, etc. Sur cette masse confuse j'ai trouvé aussi des concrétions ferrugineuses, ocreuses, géodiformes, assez abondantes et erratiques, qui renferment aussi des sublimations pyriteuses.

La *Mésita* où s'élève Chinga paraît très épaisse; je n'ai pu trouver sa base. C'est un abîme profond comblé par des masses erratiques confuses. Sa hauteur barométrique a oscillé entre 607^{mm},0 et 611^{mm},0. Thermomètre intérieur, 19°; extérieur, de 16° à 24°. Eau, 15°,6 et 15°,9. Rio Caña, eau, 16°,3; eau tranquille, 19°. Les schistes argileux du N.-O. renferment des dépôts houillers abandonnés. Je n'y ai point trouvé d'empreintes végétales. Au S.-O., dans une gorge profonde, coule une source salée. Les autres sources m'ont paru pures. A l'E., un contre-fort de montagne est tombé depuis peu d'une hauteur barométrique de 584 à 591 millimètres. Il a laissé à découvert un flanc schisto-argileux en décomposition. En général, toutes les montagnes paraissent avoir subi de fortes commotions. Il en est ainsi, en particulier,

du *Boequeron* schisteux, appelé *de las Minas*, hauteur barométrique 596 millimètres. Il ne porte plus de trace de grès dur, mais à son pied commence un plateau formé par d'immenses sédiments, confus et analogues à ceux de *Chinga*. Le flanc O. de ce mont est encombré, comme tous les autres, par des masses de grès erratiques.

Le village de la *Vega San-Juan*, qui repose sur le plateau, entre des collines ou montagnes moins élevées, est à une hauteur moyenne barométrique de 649 millimètres. Thermomètre intérieur, 23°; extérieur, 18° à 26° (à neuf heures du soir, par un temps calme, il indiquait encore 20°,8, le 25 novembre 1849). Les deux rivières qui se réunissent près du village sont assez pures. Je n'ai pas pu en examiner les eaux : l'une portait 20°,9 de chaleur, et l'autre, appelée *Ita*, 19°,5.

Depuis *la Vega* jusqu'à *Puente-Real*, les collines s'abaissent sensiblement, mais conservent toujours la forme de collines englouties les unes sur les autres. A *Puente-Real*, le *rio Negro*, un des plus gros tributaires du Magdalena, reçoit le torrent *Cana*, qui lui apporte lui-même un gros tribut. Au delà je ne sais ce qu'il y a, mais on m'assure que cette disposition de collines continue en s'abaissant, et disparaît enfin en mourant, ensevelie sous les sables et les grès erratiques des bords du grand fleuve. Au N.-E. du *rio Negro*, par environ 5° 34′ latitude N. et 0° 13′ longitude O. de Bogota, s'élève la masse de calcaire noirâtre ou cristallisé blanc, fameuse par ses émeraudes, *Muzo*. Probablement que les calcaires erratiques que j'ai rencontrés sont les dernières traces de ce dépôt puissant. M. Fallon, qui exploite les mines de Muzo, y a trouvé des fossiles, *Ammonites* ou autres, composés d'une terre calcaire noirâtre presque pulvérulente. J'en possède deux dont la forme est malheureusement trop endommagée pour permettre de décider quelle est leur espèce. M. Élie de Beaumont a dû en recevoir qui auront, sans doute, des caractères plus tranchés, et permettront d'apprécier l'âge relatif de cette riche formation. Je ne sais quelle est la hauteur de Muzo; mais une mesure barométrique prise sur le Magdalena, à mon retour, m'a fait placer le confluent du *rio Negro* à 205 mètres au-dessus de la mer. Le baromètre s'y fixa à 745 millimètres. La température moyenne du Magdalena était (à cette latitude, 5° 40′) de 28°,5.

A 4 lieues O. de Bogota, se trouve un petit village appelé *Cuezuela*, situé au pied d'une colline déboisée qui semble sortir du sein de la savane. J'en ai formé la coupe, qui explique déjà tout ce que j'en dirai. Je dois ajouter de plus que les collines du S., dont celle-ci est séparée par un marais vaste et profond

(*Laguarias*), et qui sont près de la *Herrera*, offrent à peu près les mêmes caractères de brisement. Celle-ci donne donc une idée des autres. J'y ai observé les couches suivantes :

a, une argile ocreuse, tendre, stérile, sans consistance, que les pluies entraînent chaque jour. J'ai trouvé sur elle des débris argileux à l'aspect calciné qui offraient quelques empreintes de Fougères. On en a trouvé également du côté de *Tunja*, dans la même position relative et dans le même terrain, comme calciné et boursouflé. Ce terrain est rare.

b, une assise plus ou moins détruite, plus ou moins entraînée, en blocs désunis de grès dur, qui semblent s'être amoncelés par glissement dans le fond de la savane, et qui plongent sous ses sédiments, comme à *Fusca*. *c*, un grès plus tendre, argileux, peu consistant, qui s'est plus ou moins dissous, et a entraîné par sa dissolution ou par quelque commotion la masse de grès dur qu'il supportait. *s*, un schiste argileux blanchâtre, éclatant, brisé par retrait, et ayant une puissance peu considérable, mais régulière ($0^m,1$ à $0^m,2$). Sous ce schiste repose la base solide du grès dur *g*, dont je n'ai pas pu découvrir l'épaisseur. Cette colline aura environ 160 à 200 mètres de hauteur sur la savane. Il y a d'ailleurs un terrain de comblement argileux et gréseux. Du côté du S. les grès finissent plus à pic, et plongent dans la savane. Leur position est presque horizontale. Cette disposition de couches, parfaitement identiques pour la nature et la puissance, permet d'admettre un mouvement souterrain qui aura brisé ces assises lorsqu'elles étaient toutes de même niveau, et aura produit l'éboulement d'une partie de leur masse. Peut-être le même mouvement par soulèvement aura-t-il produit, par brisement, toute la gorge où se trouve actuellement la savane, et les masses brisées, se détachant par leur propre poids, auront été englouties dans l'abîme ouvert par ce soulèvement. Il est probable, en effet, que toutes ces masses de grès furent formées d'une manière régulière et dans une position sensiblement horizontale. Elles paraîtraient disloquées et désunies parce qu'elles auraient été soumises à une forte commotion produite par soulèvement ou affaissement. L'inclinaison du *Guadalupe* et du *Paramont* vers l'orient, celle des montagnes de l'O. vers l'occident, porteraient à croire que cette commotion et ce brisement sont dus à un soulèvement. Des courants postérieurs auront ensuite comblé les abîmes, et formé la savane par des sédiments de transport arrachés aux montagnes voisines, plus ou moins convulsionnées, et par conséquent plus attaquables. La savane, vue de l'E. à l'O., présente les deux aspects suivants, dont j'ai fait des coupes partielles.

Or, aucune de ces coupes n'empêche d'admettre que la savane n'ait été formée par un soulèvement dont la direction aurait été du S. au N., et que tout l'espace qu'elle occupe ne soit la largeur même des fissures ou brisements produits par ce soulèvement. En effet, il semble qu'une masse sédimentaire, soulevée dans son centre par une force expansive d'éjaculation quelconque, se brisera en différents points de sa superficie, et offrira une des coupes telles que celles présentées par la savane. Les parties *a* et *b* se relèveront et seront rejetées en dehors, et les parties intérieures n'ayant plus qu'une base anguleuse, à cause du rayonnement des fissures, s'affaisseront sur elles-mêmes d'une manière plus ou moins confuse, conservant encore chacune leurs stratifications premières, mais inclinées et bouleversées. Je ne prétends pas qu'il en ait été ainsi ; mais cette assertion, que M. Élie de Beaumont peut-être ne rejettera pas, explique assez bien l'anomalie de la position des grès dans l'intérieur de la savane, et leur inclinaison ou leur chute à l'E. et à l'O.

En faisant le tour de la savane, et prenant successivement la coupe de toutes les érosions, voici ce qu'on voit :

1° A une demi-lieue N. de Bogota, sur les bords du ruisseau appelé *del Arzobispo*, on trouve : *t*, terre végétale déjetée, argileuse, de couleur sale ; *a*, argile gréseuse, de couleur sale, peu compacte : c'est la couche qui règne généralement dans toute la savane, et qui a été la dernière formée par transport; *b*, couche mince renfermant des débris de houille semi-roulés ; *c*, même argile que *a*, peut-être un peu ferrugineuse ; *d*, couche d'argile et de sable qui varie d'épaisseur, mais qu'on trouve presque partout ; *e*, argile de couleur sale, gréseuse, au niveau du torrent.

2° A 2 lieues et demie N. sur le flanc des montagnes, en un lieu appelé *el Cedro*, dans une érosion due aux pluies : *a*, idem ; *b*, argile blanchâtre sans houille ; *d*, idem ; *g*, argile bleue, verte, compacte, laissant peu filtrer les eaux, et régnant dans presque toute la savane ; *m* et *n*, grès durs, brisés, glissés, comme à *Fusca*, et contre lesquels les sédiments de la savane se sont reposés.

3° Sur les bords du Bogota, à *Fusca*, 6 lieues N. de Bogota : *a*, idem ; *c*, argile blanchâtre moins gréseuse ; *d*, sable gros, roulé, au niveau de la rivière.

4° Près de *Puente*, comme sur le Bogota, à 8 lieues au N. de Bogota, et près de Zipaquira, j'ai rencontré les terrains suivants : *a*, idem, un peu rubanée par l'oxyde de fer ; *c*, argile sablonneuse ; *b*, argile de couleur sale, peu compacte, souvent rubanée.

L'érosion était peu profonde. L'oxyde de fer se trouve plus abondant dans tout le N. et tout l'O. de la savane.

5° Sur les bords du Bogota, près Funzha, au centre de la savane, et à 3 lieues N.-O. de Bogota : *a*, idem ; *b*, sable fin roulé plus ou moins épais ; *c*, argile sale, peu compacte, au niveau de la rivière. J'ai été étonné de ne pas rencontrer dans le centre de la savane la couche argileuse, compacte, verte, happante *g*. Il paraît qu'elle s'inclinera au centre, et ne sera pas parfaitement horizontale.

6° Sur les bords du Cerezuela, à 5 lieues N.-O. de Bogota, et sur le chemin de Facatativa, plus au S., j'ai trouvé constante la disposition suivante : *a*, idem ; *b*, argile épaisse, compacte, blanchâtre ; *c*, argile ferrugineuse à nuances rouges ; *d*, argile jaunâtre sablonneuse ; *g*, argile bleue compacte ; *h*, la même argile un peu moins compacte.

7° A Cerezuela, 4 lieues O. de Bogota, j'ai trouvé adossés aux grès glissés que j'ai décrits ailleurs les sédiments suivants : *a*, argile, idem, grésense, de couleur sale, avec quelques rubans ocreux ; *b*, argile blanchâtre, plus pure, non compacte ; *c*, petite couche constante d'argile avec des sables et des débris de houille semi-roulés ; *d*, banc de sable roulé assez gros, composé de quartz sale, de grès dur et de schiste un peu roulé : les composants de ce sable sont partout les mêmes ; *e*, sable avec grès ferrugineux, formant par concrétion une couche poudingiforme assez dure sur *g*, qui est l'argile pure, bleue, verdâtre, happante, se brisant par retrait, et essentiellement distincte des argiles supérieures. Cette assise sera, avec l'assise *a* et l'assise sablonneuse, caractéristique de la formation de la savane.

8° A la *Herrera*, 6 lieues O. ¼ S.-O. de Bogota, et à une lieue S.-O. de Cerezuela, au pied d'une colline qui offre les mêmes caractères que celle de Cerezuela, on a trouvé en creusant un puits : *a*, idem ; *b*, argile, idem, blanchâtre, tendre, phylladique ; *c*, sable gros, roulé, sans charbon ; *d*, grès ferrugineux dur, avec sable ; *g*, argile verte, bleue, compacte, présentant des traces d'azurite. Plusieurs fouilles faites pour rencontrer de l'eau ont donné les mêmes caractères ; mais on n'a pas pénétré sous l'assise *g*, et sa base, de ce côté, est encore inconnue.

9° A *Bosa*, 2 lieues au S. de Bogota, la rivière *Bosa* m'a offert la coupe suivante : *a*, idem ; *b*, argile sablonneuse jaunâtre ; *c*, argile plus dure se décomposant en galets ; *g*, argile rose, compacte, happante.

10° Sur les bords du Tunjuelo, 2 lieues S. de Bogota, dans la gorge d'Usmé, près *San-Isidro* (maison de campagne du grand

vicaire *Herrau*), j'ai rencontré les terrains suivants : *a*, argile, idem, très épaisse, assez uniforme, provenant toujours d'une décomposition de grès, et attaquée par les pluies de manière à imiter comme autant de flèches de cathédrales gothiques : la partie supérieure paraît plus gréseuse qu'ailleurs ; *b*, sables gros, peu consistants, couche uniforme ; *c*, sable plus agglutiné par l'oxyde de fer ; *g*, argile compacte, rouge ou jaunâtre.

11° Sur les bords du torrent *Facha*, près d'une campagne appelée *Chamiseta*, à une lieue O. de Bogota : *a*, argile, idem ; *b*, sable roulé quartzeux, gréseux, schisteux, idem ; *c*, argile très gréseuse, à pâte fine, tendre, blanchâtre, avec veines ferrugineuses ; *d*, argile fine plus compacte ; *g*, il est douteux que ce soit la base argileuse compacte que nous avons trouvée ailleurs.

12° Sur le même torrent, plus près de Bogota, dans un lieu appelé *Alvarez* : *a*, idem ; *b*, argile sale gréseuse ; *c*. sable roulé ; *d*, sable avec houille ; *e*, sable sans houille ; *g*, argile terreuse, dure, jaunâtre, compacte.

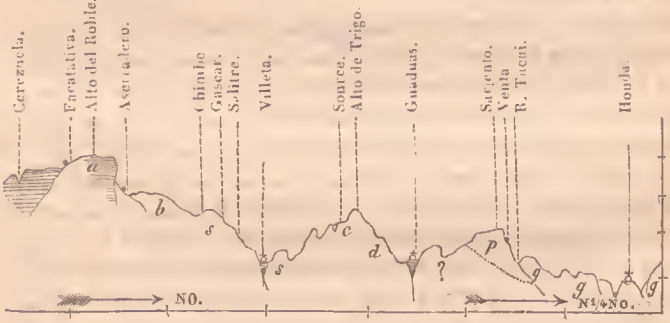
13° Sur le même torrent, à un quart de lieue de Bogota : *a*, argile, idem ; *b*, sable roulé peu épais ; *c*, argile plus pure et blanchâtre ; *d*, gros sable, quartzeux, gréseux, schisteux, reposant sur une concrétion plus dure du même sable *e*, agglutiné par l'oxyde de fer ou par la non-pénétrabilité de l'assise *g*, qui est l'argile verte, bleue, compacte, vue si souvent, et dérobant encore ici sa base.

14° Les puits creusés dans la capitale même, et en particulier au collége Saint-Charles (profondeur, 7m,30), résument, ce me semble, la constitution de toute la savane. Au-dessus de *a* sont des terrains gréseux, qui sont descendus des montagnes de l'orient, contre lesquelles la savane est adossée : *a*, argile gréseuse sale, provenant, sans nul doute, de la décomposition des grès ; *b*, argile gréseuse blanchâtre, plus compacte que l'argile supérieure ; *c*, sable roulé gréseux, quartzeux, schisteux ; *d*, couche du même sable plus agglutiné ; *g*, argile verte, bleuâtre, compacte, happante, peu pénétrable à l'eau ; *m*, assise nouvelle, composée de sable fin bleuâtre, gréseux, incrustant ou englotissant des blocs plus ou moins gros de grès brisés répandus sans ordre dans ce grès fin. Les eaux suintent facilement dans cette formation, et il faut descendre jusqu'à cette profondeur pour trouver des eaux potables.

Dans tous ces grès ou formations sédimentaires, je n'ai rencontré aucun fossile, et il m'a été impossible de savoir à quelle assise appartiennent quelques fossiles de mammifères ou de pachydermes qu'on prétend y avoir trouvés, et qui n'ont plus de valeur géologique parce qu'on a perdu le lieu de leur gisement. Il faudra donc

recourir à d'autres études et à d'autres observations pour déterminer l'âge relatif de ces différentes assises sédimentaires, dont nous venons d'étudier les caractères. Il est probable que tout le fond de la savane est composé de ce même grès fin *m*, engloutissant des blocs de grès brisé. Nous avons vu, en effet, que les couches supérieures de grès des montagnes ou collines qui ont été soumises à une commotion (comme celles de Fusca et de Cerezuela) ont croulé et glissé dans la savane. Ce glissement aura eu lieu avant la formation des couches argileuses ou sablonneuses, puisqu'elles leur sont supérieures et adossées.

La température du puits de Saint-Charles, que nous venons de voir, n'a pas varié de deux dixièmes de degré pendant plus de deux ans. Elle a été constamment, en toute saison, entre 14°,9 et 15°,1. C'est sensiblement la température moyenne du lieu. A environ 1 mètre de profondeur, à l'abri de toute influence solaire ou d'atmosphère, la température de l'air était à peu près constante, et oscillait entre 14°,8 et 15°,3.



Coupe du chemin depuis Bogota jusqu'à Honda (prise du 24 au 29 mai 1850).

Facatativa est à une hauteur barométrique de 560 à 563 millimètres, la même que la capitale. La petite gorge dans laquelle se trouve ce village offre la coupe suivante :

Elle a été formée par l'affaissement du grès dur *g*, qui constitue la colline voisine, et dans lequel on trouve de fort belles cavernes formées par des pointes de grès. Ce grès est dur, de couleur sale, en assises épaisses (de 6 à 7 mètres). Le fond de la vallée *d* sera sans doute comblé de débris de ces mêmes grès tombés ou glissés, et au-dessus se seront formées des strates épaisses d'argile gréseuse sale, plus ou moins rougie par l'oxyde de fer, présentant une masse uniforme. La partie O. est encombrée par des débris gréseux erratiques *g'*, qui ne laissent point voir la base sur laquelle ils repo-

sent. Les eaux de Facatativa sont froides. Celle que nous buvions n'avait que 10°,2.

Le col appelé *Alto del Roble* est couvert d'argile; il s'élève à une hauteur barométrique de 554mm,0. Les grès qui le couronnent apparaissent à l'O. comme un mur gigantesque qui pend sur l'abîme creusé à ses pieds. La *Venta de l'Aserradero* est à 576mm,0. Près du mont *Gascar* (hauteur, 613mm,0) apparaît la formation schisto-argileuse, qui forme la base des grès, et que les débris des grès ont recouverte jusque-là. Villeta, située au fond d'un vallon brûlant, a une hauteur moyenne barométrique de 691mm,0, repose sur des sédiments récents, qu'il faudra attribuer, sans doute, aux derniers grands courants qui ont bouleversé cette partie du sol. Ces sédiments seront, sans doute, étendus sur des amas de grès erratiques plus ou moins décomposés, et arrachés aux montagnes voisines. Les collines et montagnes de l'orient en sont encombrées. Les eaux de Villeta portaient 24 degrés. Ce lieu m'a paru brûlant à cause de sa profondeur et du manque de mouvement de l'atmosphère.

Les schistes très argileux réapparaissent encore entre Villeta et Guaduas; mais les argiles les dérobent souvent aux yeux. Le sommet, et surtout le flanc occidental, sont couverts de grès dur et de conglomérats de grès erratique brisé. Le sommet du mont appelé *Alto de Trigo* est environ à 1800 mètres au-dessus de la mer.

Guaduas est situé dans une vallée courant du S. au N., entre les monts Raysal et le Sarjento. Sa température moyenne est de 23°,6, et la hauteur moyenne du baromètre, d'après le colonel Acosta, de 678mm,2. Le fond de la vallée est sédimentaire, argileux, comme la vallée de Villeta, et la formation de ces deux vallées semble devoir être rapportée à la même époque, car elles portent les mêmes caractères. Peut-être faut-il rapporter tous ces comblements à l'époque du comblement de la vallée du Cauca, de l'entraînement des argiles jaunes supérieures du Choco, et du transport des grès erratiques du flanc occidental de la chaîne orientale des Cordillères, c'est-à-dire, comme je l'ai déjà insinué, au grand cataclysme historique; car tous les terrains que je viens d'énumérer semblent être de formation récente; mais les forces actuelles de la nature n'ont pas suffi pour les former. On m'a dit qu'on rencontrait des calcaires dans la vallée de Guaduas. Je n'en ai pas vu moi-même. Guaduas est environ à 1020 mètres au-dessus de la mer.

J'ai cherché en vain des fossiles dans les terrains que nous venons de parcourir.

Au sommet du Sarjento, le baromètre se fixa à 655mm,0, et le

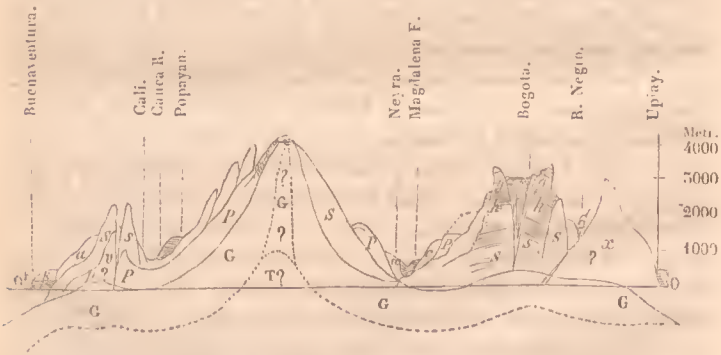
thermomètre à 20°. Tout le revers occidental de cette montagne est un immense amas de poudingues anciens fortement agglutinés, composés de terrains quartzeux, gréseux et schisteux, noirs, compactes, durs. J'ai pris souvent les derniers pour de la houille, au premier aspect. Ces poudingues se trouvent jusqu'au sommet, et plongent sous des masses énormes de grès décomposés, mais réagglutinés. Ces grès forment ou enserrent le lit du grand fleuve, qui coule assez près du mont, et que nous voyons depuis le sommet rouler ses eaux majestueuses. Nous avons vu dans le S. des masses de poudingues. A l'E. de la Plata une colline de poudingues atteignait une hauteur de plus de 150 mètres au-dessus de la ville, qui est déjà à plus de 1040 mètres au-dessus de la mer, au confluent du Paez. Les poudingues s'élevaient en masses confuses plus ou moins bouleversées, mais laissant voir qu'ils avaient occupé une place assez grande dans ce bassin. Ici nous les trouvons atteignant la même hauteur environ, car le Sarjento aura 1300 mètres. Leur nature est à peu près la même; nous les avons vus régner le long du Magdalena, et quelquefois s'élever assez haut. On dit qu'au Sarjento ils contiennent quelques mollusques fossiles. J'ai trouvé une empreinte bivalve assez bien formée à la Plata, dans ces mêmes poudingues. Ne serais-je pas en droit de conclure, avec quelque fondement, que ces formations sont identiques, et seront dues à la même loi? que ce sera comme une formation complète qu'il faudra ajouter aux contre-forts de la chaîne orientale des Andes granadiennes, et dont il faudra étudier l'âge relatif. On devra les placer dans l'ordre des formations diverses composant l'écorce du globe, comme on y a placé les poudingues de Burnot ou ceux qu'on a rattachés à l'époque *pénéenne*, etc. Peut-être formaient-elles, dans ce vallon, un plateau assez uniforme (comme la *Mesa* de Neyra, par exemple), et auront-elles été entamées et entraînées par les grandes eaux, et à leur place se seront élevées les masses de sables peu agglutinés que nous avons vus. Peut-être ce qui en reste ne sera-t-il que le débris d'une assise puissante et régulière. J'ai passé beaucoup trop rapidement le Sarjento pour pouvoir prononcer sur ces questions.

La direction du Sarjento est du S. au N., mais il finit près de Honda, car au-dessous de cette ville les montagnes s'abaissent sensiblement, et enfin le voyageur ne voit plus que les sables argileux et fertiles qui bordent le grand fleuve. La *Venta del Sarjento* est à une hauteur barométrique de 681^{mm},0. Une source coulant près de là indiquait 22°,1.

La rivière *Tucui*, qui est encombrée par les débris de poudingues et par des cailloux roulés, coule au-dessous de 710 millimètres

barométriques sur le grès de transport fin, sale, plus ou moins réagglutiné, formant le contre-fort du *Sarjento* et les rives du Magdalena. Cette assise assez puissante, puisque nous la trouvons depuis 708 jusqu'à 734 millimètres barométriques, sera due, sans doute, aux mêmes forces qui ont transporté les grès de la savane de Bogota jusque sur les bords du fleuve, à quelques lieues dans le S., et elle n'aura ici une plus grande puissance qu'à cause des formations antérieures qui resserraient le fleuve. Ces masses semblent avoir été déjetées en différents temps, car près de Honda une couche inférieure *g*, qui s'élève à une quarantaine de mètres au-dessus du fleuve, est sensiblement plus dure, et a résisté davantage à l'effort des grandes eaux, tandis que la couche supérieure *h* est plus attaquée. La ville de Pesqueria est bâtie sur une petite élévation gréseuse? entre plusieurs rivières. Le baromètre oscilla à Pesqueria entre 733 et 734 millimètres. Le Magdalena portait 27°,5.

— J'ai cru devoir diviser la formation des terrains en huit époques ou périodes. Je dirai un mot de chacune; puis je tâcherai de les comparer brièvement aux époques généralement admises par les géologues.



Coupe extérieure et ossature intérieure hypothétique des trois Cordillères granadiennes, entre 2° 30′ et 4° 50′ lat. N., et environ 76° et 79° 50′ long. O. de Paris.

1° *Époque granitique* G (voir la coupe ci-dessus). — En Amérique comme ailleurs, le granite G se présente le premier, selon l'ordre des temps. Il devait occuper toute ou presque toute la superficie de l'Amérique du Sud au-dessus du niveau actuel des mers, puisque M. de Euch l'a vu au niveau de l'océan Pacifique, que nous l'avons vu au sommet des Guanacas se relevant à une hauteur de plus de 4000 mètres, et que des voyageurs l'ont vu dans les plaines immenses arrosées par le Meta, l'Orénoque, le Maragñon (ou Amazones), dans tout le Brésil, et sur les bords des fleuves du Paraguay,

Uraguay, etc. Il est probable aussi que, dès le moment de sa complète formation, il était déjà relevé à une certaine hauteur, à la longitude approximative de 78° 30′, dans une direction du S. au N. Il y a eu comme un plissement de toute la masse granitique encore tendre ou soumise à une forte chaleur. On verra bientôt les raisons de cette probabilité.

2 *Époque porphyrique* P. — Sur le granite se forma, sans doute, immédiatement le porphyre P ou semi-porphyre, dans toute la partie O. du plissement dont j'ai parlé, et seulement là, car le porphyre n'apparaît pas à l'E. des *Guanacas*, et c'est pour cela même que je crois le plissement granitique probablement antérieur. Il fut peu puissant à la latitude où nous sommes, tandis que plus au S. il forme le Puracé et le plateau de Corazon, et se lève comme contre-fort du granite à plus de 4800 mètres. La largeur de cette formation sera assez restreinte, et sera renfermée entre 78° 30′ et 80°. Je crois que celle que j'ai vue sur le Dagua est identique avec celle du Puracé. Si la roche verte amphibolique *e*, vue au cerro de las Palmas, doit être rattachée au porphyre, cette formation monterait, dans la chaîne occidentale, à la hauteur de 1800 mètres environ au-dessus du niveau actuel des mers.

3° *Époque schisteuse* S (voir la coupe). — Le mont *x* de l'orient, appelé *Organos de Chingasa*, renferme de beau feldspath, des grauwackes bréchiformes, et sans doute des schistes (puisque le rio Negro s'en charge dans son cours). Il doit non seulement être rattaché à cette époque, mais semble devoir en être probablement la première formation antérieure. Elle serait même antérieure au schiste argileux *s*. Cette formation, que je n'ai pas assez vue, mériterait un nouvel examen, car je reste indécis sur son âge relatif, comparé au schiste argileux. Ce que je crois indubitablement propre à la troisième époque, c'est le schiste argileux, si puissant au S.-E. et à l'O. du plissement granitique. On sait qu'il forme le sommet de la chaîne occidentale, qu'il s'élève à l'état décomposé et *argilifié* sur le flanc occidental des Guanacas, qu'il lui forme à l'E. un contre-fort majestueux jusqu'à son sommet, et enfin qu'il forme toute la chaîne orientale, au moins jusqu'au *rio Negro*. Les schistes de l'O. de Guanacas sont en général plus tendres, plus purs et plus *décomposables* que ceux de l'E., plus durs, plus compactes, plus ferrugineux; c'est une nouvelle raison pour admettre le plissement du *Guanacas* comme signe de démarcation entre les variétés de cette puissante formation. Il s'est passé sans doute un certain laps de temps entre la formation porphyrique et la formation schisteuse, car je les ai vues très distinctes, ne mêlant point, dans leur limite commune, leurs éléments constitutifs. Vers les derniers

temps de cette formation, les éléments qui la composaient à l'orient de la chaîne centrale furent sensiblement modifiés. Les *Ammonites* devaient exister sur la terre, et les plantes devaient y être abondantes, puisqu'on les trouve sur ces schistes et sous la formation des grès des dépôts houillers (s'il est vrai aussi que la houille provienne de la carbonisation de substances végétales). Cette partie de la période schisteuse, que je pourrais rapporter peut-être à l'époque connue du terrain houiller, n'a pas une grande puissance, et n'est pas distincte sensiblement du schiste. C'est pour cette raison que je l'y ai rattachée. Elle a été nulle à l'O. du plissement granitique.

4° *Époque psammitique* G. — Après l'époque schisto-argileuse, et sur les terrains très argileux, tendres et carbonifères de la partie orientale du plissement granitique, se forma l'assise de grès dur qui couronne la chaîne orientale ou les *Paramonts* de Bogota. Elle dut se faire d'une manière assez tranquille, et à peu près horizontalement, comme par sédiment, mais sans doute sous une action chimique puissante. A la latitude de Bogota, on sait déjà qu'elle atteint une puissance de plus de 300 mètres (depuis baromètre 538? à 512 millimètres). Dans le N. elle est encore plus épaisse, dit-on. On n'y trouve pas d'empreintes organiques végétales ou animales; mais sa position seule détermine assez son âge relatif. Vers l'époque de sa formation, ou immédiatement après, il y eut de violents courants venant du N. au S., ou réciproquement, qui dénudèrent les flancs moins durs des Guanacas, à l'E. et à l'O., et formèrent les vallées du Cauca et du Magdalena, ainsi que la vallée du *rio Negro*, et les petites vallées du flanc occidental de la chaîne orientale. La formation psammiteuse ne dut pas servir de contre-fort aux Guanacas. Voici comment je me représente les Andes avant la formation des vallées, c'est-à-dire immédiatement après la quatrième époque, sous la forme ci-jointe. La formation granitique G n'apparaît qu'au centre. Le porphyre P est couvert entièrement par les schistes S, qui ont atteint toute leur puissance. Le terrain houiller *h*, plus tendre, est recouvert par le grès dur *g* auquel il passe insensiblement. La montagne X paraît être comme le pendant des porphyres sur le flanc oriental de la masse granitique soulevée, et peut-être plonge-t-il au loin sous les schistes S, qui lui seront adossés?

Les vallées profondes d'érosion du Cauca, du Magdalena et du rio Negro sont assez difficiles à expliquer. Peut-être y a-t-il eu alors un soulèvement partiel qui a brisé toutes les masses qui reposaient sur le granite et le porphyre. Cependant, comme nous le verrons, il est plus probable que le grand soulèvement des Andes

n'a eu lieu que plus tard, et non immédiatement après la formation des grès.

5° *Époque à poudingues* P. — Après la formation de la vallée du Magdalena, les poudingues s'agglutinèrent au fond de la vallée et surtout sur le flanc oriental. Nous les avons vus conservant toujours la même nature et la même hauteur, depuis la Plata jusqu'au Sarjento, mais plus ou moins entamés et entraînés par les forces qui agirent successivement sur eux. Ce sera comme une formation régulière présentant la forme d'une assise de comblement. Les bivalves qu'on y trouve obligent à les placer après les grès et les schistes. Pourtant ceci n'est encore qu'une probabilité, car je n'ai pas vu leur vraie position, et la question n'est pas tranchée par les fossiles eux-mêmes. La question des fossiles est capitale en Amérique comme en Europe; mais qui se sacrifiera pour en chercher, et perdra pour la science l'instinct de sa conservation dans ces pays déserts et brûlants?

6° *Époque calcaire* C. — Formation peu puissante, rare, ancienne, généralement pyriteuse, noire, compacte, postérieure, au moins en apparence, aux poudingues, et reposant souvent là où ils ont dû se trouver avant leur destruction; elle ne m'a apparu qu'erratique sur le flanc occidental de la chaîne orientale et dans la vallée du *rio Negro*. Elle a dû être régulière, et occuper une position bien déterminée sur les autres formations. Elle semble gagner en puissance en courant vers le N., comme à Muzo, où elle est très épaisse, et renferme des émeraudes et des *Ammonites*, et peut-être des Gryphées. Je la crois certainement antérieure aux dépôts arénacés puissants qui comblent la vallée du Magdalena dans le S.

Il faut rattacher à cette époque la formation des argiles anciennes des bords de l'océan Pacifique, et peut-être une partie du comblement des grandes vallées.

Après cette époque, que j'appellerai l'époque jurassique des Andes, on peut placer le soulèvement général qui a brisé les assises schisteuses et psammiteuses, et donné aux Andes l'aspect déchiré que nous leur voyons. Ce soulèvement aura quelques caractères importants à examiner. L'ensemble des brisements laisse voir que la force d'expansion aurait pu agir sur trois points à la fois dans l'espace de 60 à 70 lieues. Une partie aurait brisé la couche schisteuse et porphyrique occidentale; et une autre, à l'orient, aurait brisé la formation de la chaîne orientale de Bogota, et renversé à l'orient et à l'occident les parties désunies d'une formation sédimentaire horizontale. S'il est vrai qu'il y ait des trachytes dans la chaîne centrale, au N. des Guanacas, ils pourraient provenir d'une coulée qui aurait rompu la masse granitique; et alors

on pourrait conclure que le soulèvement s'est fait par l'expansion de substances trachitiques T. Ce fait reste à examiner. Je l'ai exprimé comme douteux. Je ne sais à quelle époque on place le soulèvement des Andes; mais l'aspect des montagnes, le manque absolu de terrains anciens formés entre les masses brisées, et la confusion des grès déjetés avec les calcaires, et les schistes, sans union entre eux, ne permettent guère de le renvoyer à une époque antérieure aux calcaires. Il est probable que des courants postérieurs à ce soulèvement auraient laissé quelque trace, surtout dans la savane de Bogota.

7° *Époque arénacée* A. — Dépôts énormes comblant les vallées et les érosions faites dans les poudingues du Magdalena, jusqu'à une hauteur de 250 à 300 mètres. A cette époque se rattachent les dépôts arénacés aurifères du flanc occidental de la chaîne qui touche à l'océan Pacifique, et peut-être une partie du comblement de la vallée du Cauca, comme aussi la formation de la couche argileuse verte compacte de la savane de Bogota.

8° *Époque du transport des grès* de la chaîne orientale dans la vallée du Magdalena, comblant les gorges, accumulant les masses énormes qui couvrent le schiste ou, et encombrant les rives du grand fleuve et du Cauca, provenant d'un courant dont la direction devait être d'orient en occident, comblant les vallées de Villeta, de Guaduas, de Vega San-Juan, etc., transport violent, prompt, puisque les blocs ne sont point roulés, dénudant le plateau de Corazon, etc., etc., époque qu'on pourrait peut-être appeler *diluvienne*. Les argiles gréseuses supérieures de la savane de Bogota se rapportent aussi à cette époque. Pour conclure, en deux mots, sur l'âge relatif des formations américaines, je dirai, en suivant l'ordre de terrains de M. d'Omalius d'Halloy, que les périodes granitique et porphyrique correspondent évidemment à celles qui portent ce nom. La formation x pourrait correspondre à la formation cambrienne; les schistes aux terrains silurien et dévonien; leur partie supérieure carbonifère au terrain houiller; les grès durs au grès bigarré pénéen; les calcaires aux terrains jurassiques; le dépôt arénacé aux terrains tritoniens et nymphéiens, etc. (l'aspect des schistes si peu quartzeux me porterait à rattacher toute leur formation et la formation des grès à l'étage du grès bigarré pénéen).

Retour en France.

Pendant mon retour, toutes les îles Antilles que j'ai vues ont confirmé la remarque faite au commencement de ces communi-

cations. Le cap Tiburon, dans Saint-Domingue, le cap à Fou (*ibid.*), la Tortue, la grande Inague, la petite Inague, et enfin l'île Moganc, offrent des récifs très dangereux dans la partie N.-O. de leur côte. La grande Inague et l'île Mogam en offrent de tous côtés. Ce sont des pointes de rochers peut-être bouleversés qui sortent des flots. La pointe Maïsy est pure.

Quant aux îles Sorlingues, que j'ai visitées pendant quatre jours, elles sont la dernière manifestation des rochers granitiques de la pointe S.-O. de l'Angleterre. Ce sont des rochers granitiques qui, comme la pointe Land's-End et le phare de Longships, s'élancent de la mer sous une forme plus ou moins bizarre, comme échancrés et crénelés (j'y ai trouvé un magnifique granite rouge). Derrière ces rochers, vers le N.-O., se sont amoncelés des débris de granite enfoncés dans des sables graniteux. Dans l'île Trescow, que j'ai examinée davantage, on trouve aussi, dans la partie S., des masses énormes de sable fin blanc, sans consistance, qui sont comme une dune, et que les vents et les eaux entament facilement. Dans l'île Sainte-Marie, ce même dépôt renferme des rubans ferrugineux. L'abord de ces îles est difficile, à cause des brisants que d'autres pointes de granite forment surtout à l'O.

Il m'a, en général, été difficile de me procurer des fossiles en bon état de conservation. Je signalerai au moins les lieux où l'on a espérance d'en rencontrer : ce serait à *Tocayma*, capitale du pays des *Panchès*, et dont j'ai parlé ; ce serait à *San-Benito*, dans le N. de la savane de Bogota. On assure que les maisons mêmes sont construites avec des Ammonites. Dans la gorge du *rio San-Francisco*, entre le *Guadalupe* et le *Monserrate*, près Bogota, j'ai trouvé des empreintes d'Ammonites très petites et indéterminables ; elles paraissaient unies et aplaties, ayant 5 à 6 centimètres de diamètre au plus. Ces recherches trancheraient la question de l'âge des schistes. Celle des calcaires devrait être tranchée par des recherches faites dans la gorge de l'*Apulo*, dont j'ai parlé ; dans la gorge du *rio Cana* et du *rio Negro*, chez les Colimas ; dans les environs de *Muzo*, jusqu'au Magdalena, et peut-être même dans la vallée de *Villeta* et de *Guaduas*. Les diverses empreintes bivalves que j'ai reçues de diverses personnes sont déformées, et composées de fer sulfuré brillant. On pourrait trouver des Mastodontes à la hauteur de Bogota, dans les sédiments de la savane qui se sont accumulés sur le flanc des montagnes de l'orient, près Soacha, et au village du *Gigante*, à une lieue et demie du confluent du Paez et du Magdalena (dans des sédiments argileux, gréseux), par environ 1° 12′ longitude E. de Popayan et 2° 25′ latitude N. Voilà malheureusement le dernier mot que j'aie à dire sur la question capitale

des fossiles. Je n'ai pas entendu parler de *Trilobites*, de *Productus*, et des autres fossiles qui caractérisent les formations de l'ancien monde.

Il serait important de connaître si les terrains supérieurs aux schistes *reposent sur eux dans un ordre constant :* il m'a paru que, dans la chaîne occidentale, aucun terrain ne repose sur eux, et que la crête des montagnes est formée de ce même schiste *argilifié* par l'action de l'atmosphère. Dans la chaîne centrale, ils sont encore nus sur les flancs occidental et oriental, et décomposés en argile plus ou moins épaisse. Dans la chaîne orientale, au contraire, les schistes passent insensiblement au grès argileux tendre, de couleur sale, brisé par retrait, en forme de parallélipipèdes rectangulaires, et renfermant souvent, mais sans ordre apparent, des dépôts houillers dont la position est très capricieuse. Cette formation de transition, que j'ai rapportée à l'époque carbonifère, n'atteint pas plus de 60 à 80 mètres à la latitude de Bogota, et son peu de consistance a produit sur elle une telle transformation, qu'il est difficile de l'apprécier dans l'ensemble, les grès durs siliceux qui la couronnent étant tombés en masses énormes, et l'ayant plus ou moins caché aux yeux.

Je crois peu à l'influence des glaciers pour le transport des terrains meubles ou sédimentaires de la plaine du Cauca. L'aspect de la végétation sur les montagnes m'autorise à admettre sous cette latitude un décroissement de température plutôt qu'un accroissement. Les glaciers me semblent descendre avec le temps plutôt que monter, et la formation chimique des grès de la chaîne orientale semble accuser une forte chaleur. Le transport des *blocs erratiques* de la plaine du *Cauca* est d'une époque récente ; c'est le résultat du dernier grand effort des forces de la nature, et je ne crois pas que l'atmosphère ait pu, depuis le temps de ce transport, être si essentiellement modifiée. Nous n'avons pas de données certaines sur cet abaissement de température, puisque les tablettes historiques de l'Amérique sont en quelque sorte d'hier ; mais puisqu'il est à peu près prouvé que le calorique décroît partout ailleurs, pourquoi admettre une grande exception dans ces pays plus chauds par position, et où les sommets seuls des montagnes, en raison de la rareté et du peu de poids de l'air atmosphérique, offrent des neiges éternelles. Les arbres fossiles trouvés dans la terre à de grandes hauteurs, et où les mêmes arbres ne croissent plus, viennent encore appuyer cette opinion.

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

A METZ (MOSELLE),

Du 5 au 17 septembre 1852.

Les membres qui ont assisté à la réunion sont :

MM.

Buch (Léopold de),
Collomb (Édouard),
Daubrée,
Désoudin,
Grellois,
Haime (Jules),
Hébert (Edm.),

MM.

Jacquot (É.),
Michelin,
Simon (Victor),
Terquem,
Vassart (de),
Vaultrin.

Les personnes étrangères à la Société, qui ont suivi ses courses, sont :

MM.

Boch (de), propriétaire de la faïencerie de Sept-Fontaines, près Luxembourg;
Chabert, à Metz;
Chaussier (l'abbé), supérieur du petit séminaire de Metz;
Chenellement (l'abbé), professeur au petit séminaire de Metz;
Colliez, médecin, à Longwy (Moselle);
Cordonnier (l'abbé), professeur au petit séminaire de Metz;
Gervais, professeur à la Faculté des sciences, à Montpellier;

MM.

Jeandel, capitaine d'artillerie, professeur adjoint de chimie à l'École d'application de l'artillerie et du génie, à Metz;
Job, ancien pharmacien, à Metz;
Norlinger, ingénieur du chemin de fer, à Metz;
Prémorel (de), propriétaire à Differdange (Belgique);
Prost (Auguste), membre de l'Académie de Metz;
Terquem fils, professeur de sciences physiques au Lycée de Metz.

Séance du 5 septembre 1852.

Les membres présents se sont réunis à midi, dans une des salles de la bibliothèque de la ville de Metz, sous la présidence de M. Vaultrin, doyen d'âge.

On procède par voie de scrutin à l'organisation du bureau, qui est composé de la manière suivante :

Président, M. Léop. de Buch.
Vice-président, M. Vaultrin.
Secrétaire, M. Jules Haime (1).
Vice-secrétaire, M. Jacquot.

M. Jacquot, au nom des membres de la Société résidant à Metz, propose pour les excursions un itinéraire qui est adopté. On décide que les deux premiers jours seront consacrés à la série jurassique des environs de Metz, les deux suivants à la question des grès d'Hettange et de Luxembourg, et que, de cette dernière ville, la Société partira pour visiter la contrée qui s'étend sur la rive droite de la Basse Sarre, depuis Saarbourg jusqu'à Sarrebruck, et une partie du Palatinat jusqu'à Oberstein, où elle aura occasion d'étudier la série triasique et carbonifère.

M. Hébert lit au nom de M. le marquis de Roys la lettre suivante :

Dans le quatrième volume de son excellente *Histoire des progrès de la géologie*, M. le vicomte d'Archiac, rappelant une communication déjà bien ancienne, m'a cité comme ayant signalé le calcaire pisolitique à la Fondoire, commune de Villecerf (Seine-et-Marne), inférieurement à l'argile plastique. Il ajoute que depuis j'ai renversé cet ordre de superposition sans en indiquer les motifs. Je crois devoir adresser à la Société quelques mots d'explication à cet égard.

Au mois de juin 1838, j'avais conduit MM. Ch. d'Orbigny et Lajoye au-dessus du moulin de la Fondoire, et je leur fis observer un calcaire fragmentaire formé en grande partie de pisolites dont quelques unes atteignaient la grosseur d'une noisette. Une argile

(1) M. J. Haime a rédigé les procès-verbaux des séances des 5, 6, 7, 8 et 9 septembre; M. Jacquot, ceux des séances des 10, 11, 12, 14, 15 et 17 septembre.

plastique rouge pénétrait dans tous les interstices de ce calcaire, et formait au-dessus une mince couche que nous avons retrouvée à 300 mètres en amont, sur la craie blanche endurcie, dont elle remplissait également tous les joints. Je n'avais jusque là rencontré aucun fossile dans ce calcaire dont le facies différait complétement de la craie. Nous ne fûmes pas plus heureux dans cette visite. D'après sa position inférieure à l'argile plastique, nous crûmes devoir rapporter cette assise au calcaire pisolitique que nous avions observé la veille près des tuileries de Viltet, à une lieue de Montereau, d'une manière incontestable. M. Ch. d'Orbigny qui, avec M. le vicomte d'Archiac, avait signalé cette formation à Meudon et dans quelques autres localités, retrouva à Viltet plusieurs de ses fossiles les plus caractéristiques.

Je dois ajouter, pour rendre hommage à la vérité, que M. Huot avait déjà visité cette localité de Viltet assez longtemps avant notre excursion, et en avait rapporté des échantillons ; il en avait donné à la collection de la Société. Il avait indiqué la nature marine de cette formation ; mais il n'en avait fait aucune mention dans ses ouvrages avant la visite que M. Ch. d'Orbigny en fit alors avec M. Lajoye et moi, et dont il rendit compte à la Société.

Le facies du calcaire de la Fondoire était si différent de celui du calcaire pisolitique dans tous les gisements déjà connus, que nous avions conservé des doutes sur sa classification. J'y découvris en effet, quelque temps après, des Paludines et une Lymnée. M. Ch. d'Orbigny en trouva également dans un des échantillons qu'il avait emportés. Le calcaire de la Fondoire, inférieur à l'argile plastique, est donc de formation lacustre, et n'appartient point à l'étage du calcaire pisolitique.

Je dois maintenant quelques explications sur les motifs qui m'ont fait présumer que la véritable argile plastique, celle du S.-E. du bassin de Paris, est inférieure au calcaire pisolitique de Viltet.

On désignait autrefois sous le nom d'*argile plastique* toutes ces assises argileuses et sableuses, inférieures au calcaire grossier, caractérisées par l'*Ostrea bellovacina*, la *Cyrena cuneiformis*, etc. MM. Élie de Beaumont, d'Archiac, Ch. d'Orbigny, etc., ont prouvé, il y a près de quinze ans, que les lignites du Soissonnais, placés par M. Constant Prévost au-dessus du calcaire grossier, lui étaient partout inférieurs, et devaient être rapportés à cette assise. M. d'Orbigny signala quelques traces de lignites dans l'argile plastique de Paris, et y découvrit une immense quantité d'ossements de mammifères à Meudon. A la même époque, je prouvai que les argiles plastiques exploitées à Montereau, Nemours, et

dans toute la partie méridionale du bassin de Paris, partout supérieures à l'assise des sables et poudingues que M. Al. Brongniart avait nommée *poudingues de Nemours*, étaient, ainsi que ces poudingues, un terrain de transport appartenant à une même formation elysmienne, et ne pouvaient par conséquent être confondues avec un terrain de sédiment régulier ayant ses fossiles propres, tandis que les recherches les plus minutieuses n'en avaient jamais présenté un seul dans la véritable argile plastique. Ces deux assises existent à Vaugirard, où la véritable argile plastique est exploitée à 20 mètres de profondeur, séparée par 10 à 12 mètres de sables à gros grain d'une assise argileuse supérieure, désignée par les ouvriers sous le nom de *fausses glaises*. C'est dans cette dernière assise que l'on trouve des traces de lignites et de nombreux cristaux de gypse. On ne peut douter de son identité avec les argiles à lignites du Soissonnais et toutes les argiles sédimentaires et fossilifères de la partie septentrionale du bassin. Les argiles plastiques de Nemours et Montereau n'étaient donc point les marnes du calcaire siliceux, comme l'avait pensé M. d'Archiac, en les trouvant immédiatement au-dessous de cette assise, au Fay et à Château-Landon. Les poudingues de Nemours n'étaient point l'équivalent du calcaire grossier, comme l'avait cru M. Raulin, en les regardant comme supérieurs à l'argile plastique. Ces deux assises devaient leur origine à un même et immense cataclysme, qui, par un lavage en grand, mais analogue à l'opération pratiquée dans un grand nombre de mines, a séparé les matières lourdes et non hydratées qu'entraînaient ses eaux des matières hydratées qui, par leur légèreté relative ou leur nature, demeuraient plus longtemps en suspension. Ainsi c'était avec raison que M. Al. Brongniart avait placé les poudingues de Nemours à la base des terrains tertiaires. Il avait seulement commis une erreur inévitable à l'époque où il publia son ouvrage (1822) en les séparant de l'argile plastique, et en confondant celle qui les recouvrait avec les argiles à *Ostrea bellovacina*, etc.

Les argiles qui, à Meudon et dans les autres gisements antérieurement reconnus, recouvrent le calcaire pisolitique, appartiennent évidemment à cette dernière assise. Évidemment ce n'est point un motif pour admettre l'infériorité de cette formation marine à une assise qui leur est certainement inférieure. A cette époque, il n'y avait pas de doutes sur le classement du calcaire pisolitique parmi les terrains tertiaires. On devait donc naturellement admettre sa supériorité à un terrain de transport violent, produit évident du grand cataclysme qui avait ouvert cette nou-

velle période. Mais ce motif n'a point seul déterminé l'opinion que j'ai émise alors, et, si je me suis trompé, bien des apparences justifiaient mon erreur.

La route de Montereau à Montargis franchit, un peu au delà de Fossart, une butte d'environ 25 mètres de hauteur au-dessus de la plaine, entièrement formée de calcaire pisolitique. A droite de cette butte s'en élève une seconde de même hauteur, qui appartient à la craie blanche. On y trouve la plupart des foraminifères de l'étage sénonien de M. Alc. d'Orbigny, de nombreux fragments d'*Ananchytes ovata*, le *Pecten cretaceus*, etc. La situation de ces deux collines contiguës, qui au premier coup d'œil semblent appartenir à une même chaîne, et qui cependant sont formées de terrains différents, prouve bien l'indépendance des deux formations. Aussi M. Hébert n'a-t-il pas hésité à la reconnaître et à déclarer que le calcaire pisolitique s'était déposé après une profonde dénudation de la craie blanche. Cette conclusion, qu'il est impossible de ne pas déduire de l'examen, même le plus superficiel, de cette localité, m'avait paru confirmer l'opinion, alors généralement reçue, qui classait le calcaire pisolitique à la base des terrains tertiaires. L'assise sablonneuse de l'argile plastique de la contrée est entièrement formée de détritus de la craie ; les silex roulés qui la composent presque en entier présentent bien des fossiles de divers étages, mais les plus gros, les moins déformés, ceux par conséquent dont l'origine est la plus rapprochée, offrent surtout l'*Ananchytes ovata*. Il était donc naturel d'attribuer la formation de l'argile plastique au cataclysme qui avait si profondément sillonné la craie avant le dépôt du calcaire pisolitique, et d'en conclure son antériorité. Un autre fait m'a semblé confirmer cette déduction.

Si les matériaux volumineux et non hydratés, que les cataclysmes arrachent aux terrains qu'ils dévastent, se déposent dès que la violence du courant qui les roule cesse d'être aussi forte, il n'en est pas de même des substances hydratées qui produisent les argiles. Elles ne se précipitent que lorsque le mouvement des eaux n'est plus aussi rapide. Les argiles, en se déposant, doivent donc se mouler sur les inégalités des terrains antérieurs. C'est effectivement ce que l'on observe sur la rive droite de la Seine, où l'on voit l'argile plastique commencer à affleurer à Tavers, s'élever en suivant toutes les inflexions de la craie jusqu'à Courbeton, au-dessus de Montereau où elle couronne la falaise, et où sont actuellement les exploitations de la fabrique de Montereau. On en trouve aussi de nombreux lambeaux jusqu'au sommet des

falaises de craie de la rive gauche, entre Noisy et Fossard, et notamment sur la colline contiguë au calcaire pisolitique, tandis que sur ce dernier on ne trouve, comme M. Ch. d'Orbigny l'avait constaté, que des lambeaux de sables et de grès très lustrés, qu'il regardait comme appartenant à la formation de l'argile plastique. Nous n'oserions émettre aucune conjecture sur l'âge de ces grès, mais le facies des sables qui les accompagnent est tout à fait différent de celui des sables authentiques de l'argile plastique partout où on les rencontre. Ces derniers sont formés de grains de quartz très roulés et d'une multitude de grains lenticulaires, noirs, très aplatis. En les regardant à la loupe, il est facile de se convaincre que ces grains ne sont autre chose que des silex, analogues à ceux des poudingues, réduits à une grande ténuité. Les sables qui se trouvent sur le calcaire pisolitique n'offrent point ces grains noirs siliceux. Il est impossible de les confondre avec ceux que l'on trouve à très peu de distance, à Viltet, au-dessous des exploitations d'argile. On ne voit pas non plus au sommet de la butte pisolitique, quoique assez aplatie, ces lambeaux argileux qui se remarquent au sommet des collines de craie.

Au midi de cette colline, un vallon à fond sensiblement horizontal la sépare de la falaise de calcaire lacustre, surmontée par les grès de Fontainebleau, qui borde la vallée de l'Orvanne. Le fond de ce vallon est formé par l'argile plastique. C'est au point où la route coupe ce vallon, et où l'assise argileuse plonge sous le calcaire lacustre, que se trouvent les fouilles pour les tuileries de Viltet. A tous ces faits, si l'on ajoute que, dans les excavations pratiquées dans le calcaire pisolitique, les eaux pluviales ne s'absorbent plus lorsqu'elles ont atteint une certaine profondeur, on reconnaîtra, je l'espère, qu'il était naturel de croire à l'infériorité de l'argile plastique elysmienne du S.-E. du bassin de Paris relativement au calcaire pisolitique de Viltet.

En résumé, l'étage sénonien a été profondément sillonné avant le dépôt du calcaire pisolitique, ce qui constate l'existence d'un grand cataclysme postérieur au dépôt de la craie blanche. La surface de la craie est recouverte par un terrain de transport dont la partie inférieure est formée de sables et de silex quelquefois très atténués, et dont la grosseur augmente en raison du voisinage des étages crétacés auxquels ils appartiennent. Cette assise, comme toutes les formations de même nature, s'accumule dans les dépressions où elle atteint une puissance considérable (20 à 30 mètres); elle disparaît sur les hauteurs. La partie supérieure est une argile renfermant ordinairement des nodules de fer hydraté, quelquefois

parfaitement pure et donnant à la cuisson une pâte très blanche, presque toujours très plastique.

Ce terrain nous a paru être le résultat immédiat de la dénudation de la craie, et être par conséquent antérieur au dépôt de la butte de calcaire pisolitique voisine de Montereau. Il paraît ne pas exister au delà de Paris, et ce que nous avons lu sur les autres gisements du calcaire pisolitique ne nous paraît pas contrarier les conclusions déduites de nos observations.

M. Hébert dit qu'il se propose de communiquer prochainement à la Société les résultats d'une visite qu'il a faite récemment dans les localités signalées par M. le marquis de Roys. Ces observations prouvent de la manière la plus évidente qu'à Montereau le calcaire pisolitique a été soumis en même temps que la craie à une vaste dénudation, postérieurement à laquelle les poudingues, les sables et les argiles se sont déposés dans les dépressions qui en ont été le résultat. Il ne croit pas devoir insister davantage sur ce point, aucun géologue n'admettant avec M. de Roys que les argiles de Montereau soient antérieures au calcaire pisolitique. Il est bien entendu d'ailleurs que cette dénudation est différente de celle que M. Hébert a signalée entre la craie blanche et le calcaire pisolitique, et dont la même colline de Viltet est une preuve évidente ; mais cette dernière est infiniment moins considérable, et a été probablement le résultat du retrait, peut-être assez lent, des eaux lors de l'émersion de la craie blanche. M. Hébert a développé ces considérations dans plusieurs publications (1), et tous les faits observés depuis n'ont fait que les confirmer.

Relativement à la comparaison de l'argile plastique de Montereau et de celle de Meudon avec les argiles à lignites du Soissonnais, M. Hébert dit que jusqu'à présent cette comparaison peut être établie d'après les données suivantes :

1° L'argile plastique de Montereau est identique avec celle de Meudon. D'après de nombreuses observations, elle s'étend à l'ouest du côté d'Houdan.

---

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, t. V, p. 588, 1848. — *Id.*, t. VI, p. 720. 1849. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXII. (9 juin 1851.)

2° C'est entre l'argile plastique et la craie, et non pas dans l'argile plastique, que M. Ch. d'Orbigny a trouvé à Meudon des couches fossilifères qu'on peut rapporter aux lignites du Soissonnais. Dans ces couches se sont rencontrés en effet les débris de mammifères et de tortues que l'on trouve au mont Bernon à la partie supérieure des lignites, des Anodontes, des *Paludina lenta*, et même quelques petites couches de lignites (1).

Les couches avec fossiles d'eau douce, signalées entre l'argile plastique et le calcaire grossier, sont peu connues ; les fossiles n'en ont point été déterminés.

Ces faits ont porté M. Hébert à placer l'argile plastique de Meudon et de Montereau au-dessus des argiles à lignites du Soissonnais. Cette conclusion s'accorde d'ailleurs parfaitement avec les particularités que présentent les autres régions du bassin parisien ; et d'ailleurs M. Hébert ne sépare point l'argile plastique de Montereau et de Meudon des argiles à lignites du Soissonnais ; il la considère seulement comme la partie supérieure, comme la dernière assise.

La Société se sépare à trois heures, et décide qu'elle se réunira de nouveau à sept heures du soir.

A sept heures, la séance est ouverte.

M. Vaultrin, vice-président, occupe le fauteuil.

M. Terquem présente au nom de M. de Prémorel la note suivante :

Sur l'emploi comme combustible des schistes bitumineux du lias de Differdange, par M. de Prémorel.

J'ai cherché, en plusieurs circonstances, à utiliser les schistes ou marnes bitumineuses, qui viennent affleurer notre sol et qui possèdent une assez grande puissance en étendue, et par conséquent présentent une facile extraction ; riches en principes carbonés, elles avaient été exploitées à Aubange pour l'extraction du pétrole qu'elles renferment. Mes recherches et mes nombreuses expériences m'ont démontré que ces marnes peuvent, avec avantage, être exploitées dans trois circonstances :

1° Comme engrais, les marnes conviennent dans les terrains

(1) *Bull.*, t. VII, p. 281.

sablonneux et qui renferment peu de calcaire; lorsqu'elles ont été brûlées, elles activent la végétation d'une manière très énergique et elles trouvent leur emploi sur tous les terrains.

2° Pour les vignes et les arbres fruitiers, je les ai employées et en ai obtenu des succès remarquables, succès qui ont été l'objet d'un rapport spécial au sein de la Société d'encouragement de Luxembourg, et qui ont été mentionnés dans le journal du grand-duché; les marnes, dans cette circonstance, agissent en absorbant les rayons calorifiques, de manière à élever autour des ceps une température presque double de celle ambiante.

3° Comme combustible, les marnes trouvent leur emploi pour l'usage domestique et pour quelques industries; brûlées avec le bois, elles activent la combustion et produisent beaucoup de chaleur; sans autre intermède, elles peuvent servir à la préparation de la chaux, à la cuisson des briques, et pour les hauts-fourneaux.

M. Jacquot fait observer que quelques essais tentés pour employer les marnes aux derniers usages qui viennent d'être indiqués n'ont pas eu de succès.

M. de Prémorel pense que cela tient à ce que les expériences n'ont pas été faites d'une manière convenable.

M. Hébert lit au nom de M. Poncelet la note suivante :

Note sur le terrain liasique du Luxembourg, par M. J.-B. Poncelet, ingénieur ordinaire des mines dans la province de Luxembourg.

Les auteurs qui se sont occupés des dépôts liasiques de la France et de la Belgique y ont reconnu trois étages, qui ont reçu diverses dénominations à cause des différences de caractères des roches qui les constituent. On a admis que l'étage inférieur est généralement un grès qu'on a nommé *grès de lias*.

Dans ces derniers temps, un géologue distingué a donné une description du terrain liasique du Luxembourg (t. XV des *Mémoires de l'Académie royale de Bruxelles*), où il place le calcaire et les marnes à Gryphées arquées *au-dessous* du grès de Luxembourg.

Ces deux manières de voir sont également fondées, si les observations se font d'un côté à l'E. d'Arlon, de l'autre à l'O. de cette ville; car, d'après mes observations, je suis *très* porté à admettre que le système de calcaire et des marnes à Gryphées arquées dans le Luxembourg divise en deux parties le grès liasique.

Le système inférieur de ce grès s'étend de Luxembourg vers l'O.; il se termine en pointe, comme le terrain triasique sur lequel il repose, à une lieue au N.-O. d'Arlon, entre Heinsch et Thiaumont, sauf quelques lambeaux qu'on trouve plus loin vers Rossignol.

Il est composé de grains de quartz grisâtres, jaunâtres ou ferrugineux, contient des bancs, des rognons ou des amas de grès, quand ces sables acquièrent quelque cohérence par un ciment calcaire ou ferrugineux. Il renferme dans la partie inférieure des petits galets de quartz blanc (entre Oberpallen et Eschen). La partie supérieure est limitée par des bancs de grès calcarifères, qui, sur certains points, sont pour ainsi dire pétris de coquilles et de crinoïdes.

Ce grès, auquel je conserverai le nom de grès de Luxembourg, est recouvert, entre Luxembourg et Arlon, d'Arlon, par le bassin de la Semoi, jusqu'au N.-O. de Florenville, et ensuite jusqu'au delà de Mézières, par une série de bancs réguliers de calcaires argileux bleuâtres, alternant avec des marnes bleu-noirâtre qui sont caractérisées par la présence de la Gryphée arquée et d'autres fossiles qui ont été décrits.

Ce dépôt, qui atteint une épaisseur de plus de 20 mètres dans les environs d'Arlon, est particulièrement connu entre Luxembourg et Mézières par les nombreuses exploitations de calcaire à chaux hydraulique et de marnes sulfureuses pour l'amendement des terres qui y sont ouvertes.

Vis-à-vis d'Arlon, à peu près à la hauteur où disparaît le grès de Luxembourg, mais reculée au sud d'environ 4 kilomètres, commence une autre formation de sable blanc grisâtre ou jaunâtre, qui borde au sud le bassin de la Semoi et se prolonge vers Orval et Sedan. Ce système s'appuie évidemment sur le calcaire et les marnes à Gryphées arquées, notamment sur la marne de Jamoigne. Il se termine vers l'est, dans les environs de Toernich, à une lieue au sud d'Arlon. Là, il est nettement séparé des marnes argileuses et ferrugineuses de l'étage moyen, qui lui sont superposées, par un banc de grès schistoïde *très ferrugineux*. Il diffère du grès de Luxembourg par des bancs cohérents de grès qui, au lieu d'être massifs, en rognons ou en amas, ont une tendance à se former et à se diviser en dalles. Ce grès devient calcarifère en avançant vers Orval. C'est le calcaire quartzifère de M. Boblaye. (*Annales des sciences naturelles*, t. XVIII.)

Le lieu de raccordement entre les extrémités de ces deux systèmes est précisément le plateau d'Arlon, point de partage des

eaux où prennent naissance la Semoi, l'Attert et la Chiers; la première de ces rivières se dirige à l'ouest, la seconde à l'est et la troisième au sud.

Le plateau d'Arlon, qui semble d'abord un point d'observation difficile à bien déterminer, offre néanmoins la preuve incontestable de la séparation des deux systèmes de grès liasique par le calcaire et les marnes à Gryphées arquées et de leur superposition immédiate.

La coupe suivante fait connaître la disposition des différents systèmes dont il est question :

1° Au sud de Toernich, on voit à jour le calcaire et les marnes à Gryphées arquées.

2° Dans Toernich même existe le grès d'Arlon bien caractérisé, nettement séparé des marnes argileuses et ferrugineuses qui le recouvrent par un banc de *grès schistoïde d'un rouge brunâtre*, *très ferrugineux*.

3° De Toernich vers Arlon, on rencontre un des mamelons les plus élevés de la contrée, entièrement formé de marnes argileuses et ferrugineuses de l'étage moyen indiquées au n° 2.

4° Au nord de ce mamelon, en descendant vers Arlon, on retrouve des buttes du grès d'Arlon supportées par les marnes bleues à Gryphées arquées et recouvertes en partie par les marnes argileuses et ferrugineuses du n° 3.

5° Le mamelon sur lequel la ville d'Arlon est bâtie est formé de marnes bleues à Gryphées arquées; il est couronné par un massif du grès de Toernich, où l'on constate encore en place le banc de grès ferrugineux schistoïde du n° 2.

6° D'Arlon à Bonnert, on a les marnes bleues du lias à Gryphées arquées qui supportent entre Arlon et Bonnert un mamelon de sable avec plaques de grès ferrugineux provenant de la destruction du banc indiqué au n° 2.

7° Au nord de Bonnert, on rencontre un escarpement de grès de Luxembourg qui supporte le calcaire et les marnes à Gryphées arquées.

Si on se reporte au N.-O., vers la pointe occidentale des grès de Luxembourg, entre Heinsch et Thiaumont, on voit que ce grès est encore recouvert de marnes à Gryphées arquées, auxquelles est superposée une butte de sable avec plaques de grès ferrugineux.

La seule objection qu'on puisse faire à cette manière de ranger les différents systèmes de l'étage inférieur du lias, c'est que dans les environs d'Arlon il existe d'autres buttes de sable reposant également sur la marne à Gryphées arquées, mais à un niveau infé-

rieur à celui des mamelons d'Arlon et de Heinsch. On peut expliquer cette circonstance par l'existence de failles dans ces localités, ou bien par les éboulements du grès supérieur après les dénudations que les eaux ont faites dans le bassin de la Semoi.

L'étage moyen du terrain liasique du Luxembourg commence par une assise de marne grise, onctueuse, qui se divise en petits fragments irréguliers, à laquelle succède une argile marneuse ou sableuse, colorée par de la limonite; elle renferme des nodules ou des rognons de fer hydraté qui prennent la forme d'hématite en tapissant en quelque sorte les fissures d'une croûte ferrugineuse. Ces matières deviennent quelquefois si abondantes, qu'on les exploite comme minerai de fer au moyen d'un simple lavage.

A ces argiles marneuses, aux marnes argileuses succèdent des bancs de macigno et de calcaires ferrugineux. Ce dernier a une texture grésiforme et se divise parfois en dalles unies, propres à faire des carreaux. Ces deux roches alternent avec des marnes argileuses. Leurs affleurements vers les marnes de l'étage supérieur se distinguent par une teinte ocreuse qui tranche fortement avec la couleur de la marne bitumineuse et par une quantité de fossiles bien connus, notamment par des Plicatules.

L'étage supérieur est une puissante assise de marne bitumineuse et sulfureuse qui contient des rognons géodiques de calcaire compacte, gris de fumée, et des cristaux de gypse. La couleur est en général le bleu foncé ou noirâtre, mais, lorsque ces marnes ont éprouvé un certain degré d'altération, elles deviennent grisâtres et jaunâtres, grasses et onctueuses au toucher; on les emploie alors à faire des briques, des tuiles et des carreaux.

Les marnes de la partie inférieure de l'étage ont une couleur gris bleuâtre et la consistance du calcaire marneux; elles se divisent nettement en feuillets réguliers; ce sont les plus riches en carbonate de chaux, en matières bitumineuses et sulfureuses. Aussi les exploite-t-on beaucoup pour amender les terres après les avoir brûlées.

Ayant été chargé par le gouvernement belge de faire des expériences pour les transformer en engrais minéral fertilisant, je suis parvenu à en développer la puissance calorifique jusqu'au point de faire servir la marne bitumineuse comme combustible pour la fabrication en grand de la chaux.

Les marnes de la partie supérieure sont plus sableuses, plus friables et moins bitumineuses qu'au bas de l'étage. Le sulfate de chaux qu'elles contiennent fait qu'on s'en sert encore comme amendement, mais elles sont employées dans leur état naturel.

La limite supérieure de cet étage est toujours clairement indiquée par une ligne de sources qui sont aussi nombreuses qu'abondantes.

Arlon, le 4 septembre 1852.

M. Terquem fait la communication suivante :

Note sur le grès de Hettange, par M. Terquem.

La Société géologique a pris la décision de tenir une séance extraordinaire à Metz ; il importe, pour le sujet que j'ai à traiter, de rappeler les motifs qui ont provoqué cette détermination, l'historique pouvant s'en faire en peu de mots.

A l'occasion d'une communication faite par M. Buvignier, sur la position stratigraphique du grès de Hettange, j'ai présenté quelques observations, et je crus avoir démontré, par des coupes prises à Hettange même et à Boust, que ce grès était infra-liasique, contrairement à l'opinion de M. Buvignier.

Ces faits, consignés dans le *Bulletin* (Janvier 1852, page 77 et suivantes), furent combattus de nouveau par MM. Levallois et Buvignier.

M. Buvignier considère le grès de Hettange comme appartenant au lias moyen et identique avec le calcaire sableux des Ardennes et de la Meuse, où se trouvent la *Gryphæa cymbium* et l'*Ammonites planicosta ;* la pétrographie peut présenter quelques modifications par la présence d'une plus ou moins grande quantité de grès ou de calcaire, mais il n'en résulte pas moins que plusieurs fossiles trouvés à Hettange sont identiques avec ceux fournis par le calcaire sableux ; la Gryphée qu'on a cru représenter la Gryphée arquée n'est rien autre que la *Gryphæa obliqua*, variété de la *cymbium*, susceptible d'affecter un grand nombre de modifications de forme, provenant de son point d'attache plus ou moins développé. La coupe de Boust, prise par Usselkirch et Faulbach, démontre que le grès est supérieur, non seulement au calcaire à gryphites, mais encore remonte dans l'étage moyen et trouve sa place sur les marnes à ovoïdes ferrugineux (*Bulletin*, avril 1852, page 287) (Voy. les coupes).

M. Levallois résume son opinion en présentant un tableau stratigraphique et comparatif du lias de différents départements ; il trouve qu'il y a identité de pétrographie et de faune entre le grès de Hettange et le grès de Luxembourg, et cependant il leur refuse l'isochronisme. Adoptant la manière de voir de M. Buvignier,

il place le grès de Hettange au-dessus des marnes à ovoïdes et, au-dessous de ces marnes, le grès de Luxembourg qui, à son tour, vient recouvrir le calcaire à gryphites de Strassen; au-dessous de ce système, se trouve le calcaire à gryphites de Jamoigne, enfin le grès de Martinsart; pour ces dispositions stratigraphiques, M. Levallois s'appuie de l'opinion de M. Dumont, de Liége (Voy. *Mémoires de l'Académie royale de Bruxelles*, t. XV).

De cette manière de voir il résulte que le grès de Hettange devient le représentant du grès médioliasique et que le grès de Luxembourg, avec les assises de calcaire à Gryphées arquées, qui lui sont inférieures et annexées, restent également dans le lias moyen.

M Dumont, ne disposant pas tout à fait ces assises comme l'indique M. Levallois, place les grès de Luxembourg entre deux formations de calcaire à Gryphées, l'une supérieure, celle de Strassen, et l'autre inférieure, celle de Jamoigne; la classification de M. Dumont présente encore cette anomalie : trois assises du lias supérieur sont rangées dans le bathonien de Longwy.

La divergence qui existe entre l'opinion de MM. Levallois, Buvignier et Dumont et la mienne, provient uniquement de ce que l'observateur, placé en regard d'une coupe, d'un fait unique, en a tiré des conséquences pour l'ensemble de la formation, sans embrasser les deux grandes lignes, indispensables pour asseoir une bonne étude stratigraphique, les lignes de direction et d'inclinaison.

Pour rétablir les faits dans leur intégrité, je suivrai la voie tracée par M. Levallois, et présenterai, dans un tableau, la succession stratigraphique des couches du lias, suivant les indications de MM. Levallois, Dumont, Buvignier (voyez le tableau synoptique ci contre).

Mon premier soin a été de vérifier les coupes que j'avais indiquées de Hettange et de Boust, puisqu'elles étaient contestées; je les ai trouvées entièrement conformes à mes données (1), me promettant d'ailleurs de les soumettre à l'investigation de la Société, lorsqu'elle serait sur les lieux. J'ai examiné avec non moins d'attention les coupes présentées par les géologues, établissant autant de lignes de direction et d'inclinaison que l'étude l'exigeait.

J'ai surtout cherché à vérifier un fait qui paraissait le plus militer contre ma manière de voir : c'est la présence des Bélemnites

(1) Il s'est glissé une erreur de nom dans la communication verbale faite à l'époque : au lieu de *Dodenhoffen*, lisez *Breistroff*.

Tableau synoptique et comparatif des divisions établies dans le lias, dans diverses provinces.

	DANS LE DÉPARTEMENT DE LA MOSELLE.	DANS LE WURTEMBERG suivant M. QUENSTEDT.	DÉPARTEMENT DE LA MEURTHE suivant M. LEVALLOIS.	DIVISION DU GRÈS suivant M. LEVALLOIS.	PROVINCE DE LUXEMBOURG. M. DUMONT. 1842.	PROVINCE DE LUXEMBOURG. M. DUMONT. 1852.	DÉPART. DES ARDENNES. MM. SAUVAGE ET BUVIGNIER. 1842.
Étage supérieur.	*a.* Marnes ocreuses ou vertes.	Grès jaune.	Marnes supérieures.	. . .	Bathonien. Calcaire de Longwy.	1er ét. Bath. Calcaire de Longwy.	1er étage. Marnes.
	b. Fer supraliasique.	Fer oolitique.	Minerais oolitiques.	. . .	Oolite ferrugineuse.	Oolite ferrugineuse.	Fer en grains et plaquettes.
	c. Marly sandstone (grès supraliasique).	Jura brun.	Grès supraliasique.	. . .	Psammite.	Psammite.	
	d. Calcaire noduleux.	Jura noir.	. . .	. . .	Marnes de Grand-Cour.	Marnes de Grand-Cour.	
	d. Calcaire gréseux.	Jura noir.					
	e. Marnes bitumineuses.	Marnes à Posidonies.	Marnes schisto-bitumineuses.	. . .	. . .	. . .	Marnes bitumineuses.
Étage moyen.	*f.* Grès médio-liasique.	. . .	Grès médio-liasique.	Grès de Hettange.	1er ét. Macigno.	2e ét. Macigno.	2e ét. Calcaire ferrugineux avec alternance de marnes.
	g. Calcaire lumachelle.	. . .	. . .	. . .	Schistes bitumineux.	Schistes bitumineux.	
	h. Marnes à ovoïdes ferrugineux.	Marnes à *Ammonites Amaltheus.*	Marnes moyennes à ovoïdes ferrugineux.	Marnes à ovoïdes.	. . .	. . .	Marnes à ovoïdes.
	i. Marnes feuilletées.	. . .	. . .	. . .	2e étage. Sables supérieurs.	. . .	4e ét. 5e ét. Marnes feuilletées.
	j. Calcaire ocreux, calcaire à Bélemnites.	Marnes à *Terebratula numismalis.*	Calcaire ocreux.	. . .	Calcaire argileux à Gryphites, de Strassen.	. . .	Calcaire sableux.
	k. Marnes sableuses.	Marnes à *Ammonites Turneri.*	Marnes inférieures, à *Hippopodium.*	. . .	Grès et calcaire, sables infér.; Luxembourg et Arlon.		
Étage inférieur.	*l.* Calcaire à Gryphites.	Calcaire sableux.	Calcaire à Gryphées.	Calcaire à Gryphées de Strassen.	. . .	7e étage. Marnes à Gryphées de Strassen.	5e étage. Calcaire à Gryphites.
	m. Grès infraliasique.	Grès ?	Marnes rouges ?	Grès de Luxembourg.	5e ét. Marnes à Gryphites de Jamoigne.	Grès de Luxembourg et d'Arlon.	Grès infra-liasique.
	n. Marne et calcaire gréseux et bitumineux.	. . .	Grès ?	Calcaire à Gryphées de Helmsingen.	. . .	Marnes à Gryphites de Jamoigne.	Calcaire.
				Grès de Kedange.	. . .	Grès de Martinsart.	
	o. Marnes irisées.						

accompagnant la *Gryphæa cymbium* et l'*Ammonites planicosta*, dans le grès; depuis dix ans et plus, j'explore la localité de Hettange et une infinité de carrières ouvertes dans le grès, et nulle part je n'ai pu rencontrer la moindre trace de Bélemnites et encore moins les fossiles que M. Buvignier affirmait avoir trouvés dans un grès qu'il regardait comme identique avec celui de Hettange.

Le résultat de mes recherches m'a conduit à admettre les conclusions suivantes, dont les coupes et les faunes que je produirai fourniront suffisamment la démonstration.

1° Il y a identité parfaite et connexion absolue entre le grès de Hettange et celui de Luxembourg.

2° Le calcaire et les marnes gréseuses ou bitumineuses qui se trouvent sous le grès le séparent du keuper sous-jacent, ne renferment pas de Gryphées arquées, et ne sauraient représenter cette assise.

3° Le grès de Luxembourg est placé sous le calcaire à Gryphites, et est bien infra-liasique.

4° Au-dessus du calcaire à Gryphées arquées se présente un grès qui est identique avec le calcaire sableux des Ardennes (Buv.), sans Bélemnites ni Gryphées aucunes.

5° A celui-ci succède un grès qui est le représentant du grès ferrugineux des Ardennes et de la Meuse (Buv.), du calcaire ocreux (Levallois), du calcaire à Bélemnites (d'Omalius), avec *Belemnites*, *Gryphæa cymbium* et *Ammonites planicosta*.

6° Enfin un grès qui représente le grès médio-liasique (Levall.), le macigno (Dumont), avec abondance de *Plicatula spinosa*.

7° Les faunes de tous ces grès sont spéciales pour chacune des assises qu'elles représentent, et ne se confondent nullement entre elles.

A. La coupe de Boust à Rodemack, que j'ai donnée dans le *Bulletin* de janvier 1852, page 80, est dans le sens de l'inclinaison, et présente une anomalie; on y voit quelques assises de calcaire à *A. Davoei* dans la vallée, et le calcaire à Gryphites à 100 mètres plus loin, occuper un horizon réel de plus de 10 mètres plus élevé, et placé immédiatement sur le grès, qui forme un récif vertical ou plongeant; en rendant la superposition normale, on obtient cette coupe de direction du S. au N. (Pl. IV, fig. 6 et 7.)

B. La coupe depuis Hettange jusqu'à Luxembourg (fig. 8) est dans la ligne de direction; au delà elle entre dans celle d'inclinaison.

A Hespérange, à 4 kilomètres en avant de Luxembourg, on trouve le premier gisement du grès calcaire sableux (Buv.) qui

recouvre le calcaire à Gryphées arquées ; il se voit également sur les plateaux des collines qui bordent la rive gauche de l'Alzette, au delà de Luxembourg. Le grès inférieur est le grès de Hettange, et renferme les fossiles qui lui sont propres ; le grès supérieur ne renferme que des Cardinies, *Cardinia hybrida*, Ag., et *Cardinia plana*, Ag. (Pl. IV, fig. 8).

C. Je pourrais multiplier les coupes de direction, si elles ne montraient toutes des dispositions identiques : le calcaire à Gryphites sur le grès ou en contre-bas, buttant contre des parois en récif, ainsi que le calcaire et les marnes sous-jacentes au grès. Nous citerons, entre Mondorf et Dalheim, Preisch, Himeling, Altwies, etc.

D. La première ligne d'inclinaison (fig. 9) est prise de Luxembourg, par Arlon, à Habay-la-Neuve, sur la route de Neuchâteau ; elle donne la coupe suivante : (Pl. IV, fig. 9).

A la montée de Steinfort, on trouve le calcaire à Gryphées arquées à la berge de la route, et recouvert par le calcaire sableux ; les vallées possèdent des sources abondantes, et indiquent le niveau des marnes et du calcaire à Gryphites ; la coupe du calcaire se voit parfaitement à Lottert et à Habay.

E. La deuxième ligne d'inclinaison est E. 5° N. à O. 5° S., et prend de Eischen, par Arlon, à Florenville ; la position du calcaire à Gryphites est normale et se retrouve dans tous les points où il est indiqué avec des Gryphées arquées, et s'annonce partout par la présence des sources et des cours d'eau (Pl. IV, fig. 10).

F. La troisième ligne d'inclinaison est menée de Hœvelange, derrière Arlon, par Arlon, jusque et au delà de Virton, E. 35° N. à O. 35° S.; elle donne la coupe suivante, et comprend toute la série des grès, avec leurs faunes respectives (Pl. IV, fig. 11).

La localité de Hœvelange montre le calcaire et les marnes sous le grès de Luxembourg, et reposant sur un grès blanc, très friable, *non calcareux* et *fortement micacé ;* il recouvre des feuillets de marnes irisées entrecoupés par des lits de calcaire magnésien. On acquiert ainsi la démonstration que le keuper commence par un grès dont la pétrographie et la position ne permettent pas de le confondre avec les grès qui lui sont supérieurs, lors même que les marnes intermédiaires viennent à manquer.

G. La quatrième ligne d'inclinaison (fig. 6) de Luxembourg à Longwy, E. 20° N. à O. 20° S., donne la confirmation des coupes précédentes, et rentre dans la pétrographie normale du lias. A Merle, une petite coupe montre le calcaire à Gryphites placé directement sur le grès, et tous deux exploités sur le bord de la route. Si à

ce fait on joint la présence du calcaire à Strassen, d'une part, et à Hollrich, d'une autre, on aura un quart de circonférence de calcaire à Gryphites placé autour du massif du grès de Luxembourg (Pl. IV, fig. 12).

La localité de Dippach est intéressante en ce qu'elle montre la position exacte du grès médio-liasique du macigno, trop souvent confondu avec le grès de Hettange, celui de Luxembourg, celui d'Arlon, le grès sableux (Buv.), celui de Virton et de Breux, le calcaire ferrugineux (Buv.). On voit ce grès médio-liasique se joindre à celui d'Aubange, se continuer à Halanzy, Bleid, Latour, Mont-Quentin, etc., complétement à l'extrémité de la formation gréseuse.

D'après l'ensemble de ces coupes et la position claire et démonstrative du calcaire à Gryphites, on a peine à comprendre comment il est possible de reconnaître, dans cette formation, l'existence de deux calcaires à Gryphées arquées, indépendamment du calcaire de Helmsingen, de Roussy, d'Altwies, etc., et encore moins comment le grès de Luxembourg peut devenir identique avec le macigno d'Aubange, le grès à *Plicatula spinosa*.

La pétrographie de tous ces grès présente, en général, peu de différence; aucun n'est micacé, si ce n'est le macigno; ils sont plus ou moins calcareux, gréseux, sableux ou ferrugineux. Cependant la roche des environs d'Arlon demande une mention particulière; elle est parfois tellement calcareuse que sa texture est entièrement modifiée, et qu'elle prend l'aspect de la grande oolite. A partir d'Arlon, sur les hauteurs ainsi que sur les versants, le sable est fortement imprégné de fer, en acquiert une dureté extraordinaire, et se présente sous forme de lit d'épaisseur très variable. Cette circonstance se reproduit également dans le grès médio-liasique d'Aubange et de Latour.

En général, le grès présente de grands ovoïdes plus ou moins aplatis, alternant avec des lits de roche massive en stratification très irrégulière.

L'orographie montre le grès suivant la coupe de Hettange à Luxembourg profondément déchiré, raviné, avec des vallées étroites à parois verticales; la position du calcaire à Gryphites dans les vallées ou sur les plateaux démontre que la contrée avait acquis la configuration qu'elle possède aujourd'hui, et avant l'envahissement de la mer qui déposa le calcaire à Gryphites; il est encore démontré que le grès servit longtemps de rivage par la présence d'un grand nombre de coquilles perforantes, qui se présentent sur la limite S. de la formation gréseuse.

Au delà de Luxembourg, et dans la direction de l'O., les collines se montrent toutes à pentes douces, avec des vallées largement ouvertes et peu profondes. Je ne connais que quelques cotes qui se rapportent aux coupes produites :

Plateau de Hettange (carte de l'état-major). . . .	233,00
Plateau de Basse-Porte (*idem*).	200,00
Luxembourg (près de la poste) (MM. d'Oeynhausen et de Dechen).	313,75
Niveau de l'Alzette à Luxembourg (*idem*). . . .	246,55
La plus grande hauteur du plateau de grès (*idem*).	326,79
Sur la route de Luxembourg à Grevenmacher. . .	
Arlon, près de l'ancien couvent des Capucins (Steininger).	430,17
Virton, au milieu de la ville (*idem*).	216,83

La paléontologie signale une faune très riche et identique dans tout le grès de Luxembourg proprement dit; les Huîtres et les Limes dominent; les Anomies, les Hinnites, les Cyprieardes, les Astartes, les Arches, les *Hettangia*, les Cobules sont moins abondantes; les gastéropodes sont nombreux et communs; les Ampullaires, les Littorines, les Turritelles possèdent de grandes tailles; l'*Ammonites Moreanus* est moins rare que l'*A. Bucklandi*.

Les Bélemnites n'ont pas encore paru, et l'on remarque l'absence complète de Nucules et de Térébratules, celles-ci si abondantes dans le muschelkalk et dans le calcaire à Gryphites.

Lorsque le calcaire à Gryphées arquées est bitumineux, comme à Hettange, Breistroff, Mondorf, Altwies, Strassen, il renferme les fossiles qui sont connus : *Lima gigantea*, *Lima Hermanni*, *Ostrea irregularis*, etc. Lorsqu'il devient sableux, comme à Eischen, Bonnert, Saint-Vincent, Jamoigne, Florenville, il présente des Cardinies et des gastéropodes qui sont la plupart identiques avec ceux du grès de Luxembourg, et qui, en général, se trouvent dans le sinémurien de Beauregard, de Valogne, etc.

Il faut faire une exception pour la localité de Hespérange, où l'on ne trouve pas le calcaire à Gryphites proprement dit, mais bien un lit de grès renfermant des Gryphées arquées, servant ainsi à séparer deux grès d'age différent.

Le grès d'Arlon ne renferme aucun des fossiles appartenant aux assises inférieures; très riche en Cardinies, il possède des lits uniquement formés d'une seule espèce : *C. hybrida*, *C. plana*, *C. minor*, *C. ufera*, *C. angustata*; pour ces trois derniers, M. Agassiz, trompé sans doute par l'aspect de la roche, les range

dans la grande oolithe des environs d'Arlon (*Études critiques*, Introduction, P. 20) On y trouve une grande *Hettangia* (*H. ovata*) et une Ammonite que je crois nouvelle; de grands gastéropodes, très probablement des Rostellaires; des lits de *Pecten conicus* de grande dimension; au S. d'Arlon, près de Clairefontaine, au N., près de Tuntelingen, entre Stochen et Fouches, Belmont, Fagny, Orval, etc.

Le grès qui succède (calcaire à *A. Davoei*) renferme *B. elongatus*, *Nautilus intermedius*, *A. planicosta*, *A. Buvignieri*, *Gryphæa cymbium*, *Cardinia securiformis*, *Spirifer Walcoti*, *Terebratula tetraedra*, *Lingula Voltzi*; Belmont, Virton, Breux.

La dernière zone gréseuse (le grès médio-liasique) regarde le S. et présente, sur toute sa longueur, une paléontologie identique: *Gryphæa cymbium*, var. *dilatata*, *Plicatula spinosa*, *A. spinatus*, *A. margaritatus*, *Belemnites niger*, *Mytilus scalprum*, *Avicula inæquivalvis*, *Hettangia lucida*, etc. Halanzy, Latour, Montquentin.

Sans avoir embrassé toute la surface du terrain occupé par la formation gréseuse, je crois avoir démontré par les lignes d'inclinaison, depuis Breux et Virton, jusqu'à Arlon et Luxembourg d'une part, et par la ligne de direction de Hettange à Luxembourg d'une autre, que le lias de la Meuse, de la Belgique, du Luxembourg et de la Moselle, et quelle que soit sa pétrographie, se trouve partout normal et soumis aux lois générales de la stratigraphie.

En terminant, je ne puis m'empêcher d'exprimer mon vif regret que l'itinéraire que la Société s'est tracé ne lui permette pas de visiter une contrée si riche en paléontologie et dont l'étude aurait fait lever les derniers doutes qui pourraient encore exister sur sa stratigraphie.

Séance du 6 septembre 1852.

La séance est ouverte à huit heures du soir, dans la salle de la bibliothèque de la ville de Metz.

M. Vaultrin, vice-président, occupe le fauteuil.

M. Jacquot rend compte de l'excursion de la journée. La Société s'est arrêtée près de l'église d'Ars; elle a constaté en ce point l'existence du lias moyen. Les couches qu'on y ob-

serve sont les marnes à ovoïdes où l'on rencontre abondamment l'*Ammonites margaritatus*, les *Belemnites umbilicatus* et *clavatus*, le *Pecten æquivalvis*, etc.

Au-dessus viennent les marnes à Plicatules, ou marnes micacées siliceuses de M. Simon.

Au haut de la côte, la Société a observé le calcaire à *Pecten lens* (calcaire ferrugineux de M. Thirria).

Au-dessus se montrent successivement les diverses assises du calcaire subcompacte.

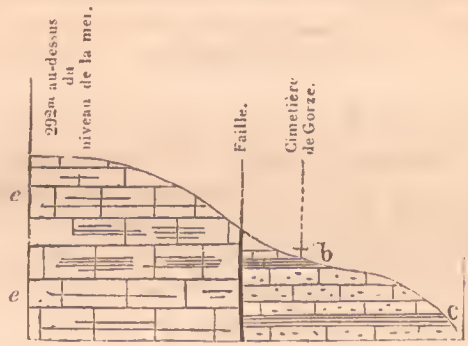
Puis vient le calcaire à polypiers, que la Société a vu si développé au-dessus de Novéant, en face de Corny, et dont la partie supérieure contient en abondance l'*Isastræa Bernardana*.

A Gorze, la Société a reconnu les marnes à *Ostrea acuminata*. Sur la côte de Moussa reparaît le calcaire à polypiers qui occupe tout le sommet du monticule qui domine Gorze ; en descendant dans la vallée, les marnes à *Ostrea acuminata* se retrouvent de nouveau, mais à un niveau beaucoup inférieur à celui qu'occupe le calcaire à polypiers. Cette circonstance indique en cet endroit l'existence d'une faille. En face de la côte de Moussa, et à peu près au même niveau que les marnes à *Ostrea acuminata*, sont des carrières de calcaire où le même fossile s'est encore retrouvé.

M. Hébert dit que le calcaire ferrugineux, le calcaire subcompacte et le calcaire à polypiers des environs de Metz, lui paraissent représenter d'une manière incontestable l'étage de l'oolite inférieure, et notamment les assises qu'on observe auprès d'Avallon, principalement à l'Isle-sur-Serein, et auxquelles M. de Bonnard a donné le nom de *calcaire à Entroques*. La seule différence qu'on pourrait signaler entre les deux contrées, c'est que cet étage est généralement plus développé aux environs de Metz.

Les couches à *Ostrea acuminata*, observées à Gorze, appartiennent au *fuller's-earth*. M. Hébert y a en effet reconnu, outre l'*Ostrea acuminata*, les *Pholadomya gibbosa* et *Vezelayi*, l'*Avicula echinata*, et d'autres fossiles qui caractérisent cette partie inférieure de la grande oolite. Le cimetière repose sur une couche supérieure à la précédente, et remarquable par l'abondance extraordinaire de l'*Anabacia complanata* qu'on y

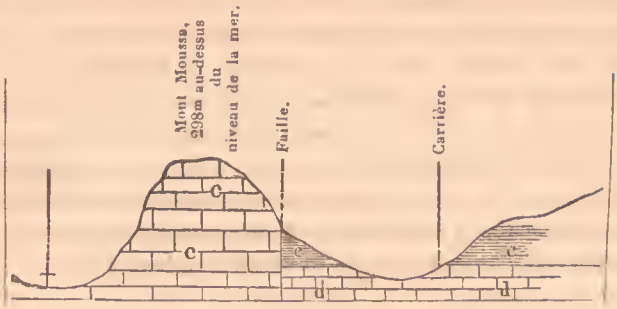
rencontre en compagnie du *Clypeus patella*, etc. Cet horizon paraît être parfaitement déterminé dans la série de la grande oolite; on l'observe aussi aux environs de Marquise (Pas-de-Calais) et de Rumigny (Ardennes). Plus haut que le cimetière, on trouve des calcaires compactes dont nous n'avons point eu le temps de reconnaître l'âge, mais qui, à ce qu'il paraît, appartiennent au calcaire à polypiers, ce qui montrerait que ce point fait partie de la faille dont M. Jacquot vient de parler. Les couches seraient disposées de la manière suivante :



b Couche à *Anabacia complanata* (grande oolite).
c Fuller's earth (grande oolite).
e Calcaire à Polypiers (oolite inférieure).

Cette disposition est exactement celle que l'on voit en descendant du mont Moussa dans la vallée de l'autre côté de la ville. A la partie supérieure du mont Moussa, on trouve l'*Isastræa Bernardana* et les autres fossiles du calcaire à polypiers. Le *Fuller's-earth*, qui occupe le tiers inférieur de la colline, repose sur des calcaires à grosses oolites, qui ont été reconnus par plusieurs membres comme appartenant à une assise qui recouvre habituellement le calcaire à polypiers, et qui est bien distincte de la grande oolite.

La figure suivante donnera une idée de la disposition des couches dont il vient d'être question :



c Fuller's earth.
d Calcaire à grosses oolites.
e Calcaire à polypiers.

Du haut du mont Moussa, la direction de la faille a paru se dessiner très nettement, et passer en effet au-dessus du cimetière de Gorze ; elle serait par conséquent dirigée sensiblement vers E. 20° N. à O. 20° S.; mais ces indications ne doivent être considérées que comme des approximations dont l'exactitude devra être établie par des observations plus complètes.

M. Jacquot regarde la faille comme incontestable ; M. Simon, M. Reverchon l'ont admise. Après avoir vu les lieux, il est impossible de la mettre en doute. Le côté du mont Moussa qui regarde le village est très abrupte, et la partie supérieure est bien effectivement du calcaire à polypiers ; de l'autre côté, la pente est plus douce, mais il arrive un point où tout à coup a lieu un arrachement très prononcé, et c'est en bas de cet arrachement que se présente l'*Ostrea acuminata*, que l'on ne rencontre pas sur l'autre pente.

M. Simon ajoute que cette dépression des couches à *Ostrea acuminata* se continue vers Chambley, et que c'est à elle qu'on peut attribuer l'abondance des eaux des sources dites *les bouillons* qui étaient, sous les Romains, conduites à Metz par un magnifique aqueduc.

M. Hébert dit que, dans tout ce que la Société a vu aujourd'hui, le fuller's-earth et le calcaire à polypiers se sont toujours présentés avec leurs caractères propres, soit pétrographiques, soit paléontologiques, et qu'il ne lui paraît pas possible de les confondre.

M. Terquem demande si au mont Moussa M. Hébert a vu des couches identiques avec celles du cimetière de Gorze.

M. Hébert répond que les couches du cimetière de Gorze sont supérieures au fuller's-earth, et qu'elles n'existent pas au mont Moussa.

M. Jacquot donne lecture des communications suivantes :

Notes sur les grès qui séparent le lias du keuper, par M. Lebrun, de Lunéville.

Dans le Luxembourg, les Ardennes et partie du département de la Moselle, cette formation de grès est très développée, divisée en deux étages par les géologues du pays, savoir : un étage siliceux où il se trouve peu de fossiles et seulement quelques débris végétaux, et un étage à base calcaire d'où proviennent les fossiles bien conservés.

En quelques endroits on a trouvé pour l'étage inférieur des couches d'un sable pulvérulent où les fossiles (mollusques) abondants sont dans un état parfait de conservation.

Dans le département de la Meurthe, des grès que je crois inférieurs à ceux-là représentent à peu près seuls cette formation ; il en est de même des départements des Vosges et du Haut-Rhin. On distingue également ceux-ci en deux étages ; l'un siliceux et toujours ferrugineux, l'autre de grès et de marne mélangés de couches argileuses, alternent rapidement de l'une à l'autre et passent ainsi au keuper sans qu'il soit possible de choisir une couche plutôt qu'une autre pour y établir une démarcation.

Ces roches, prises dans tous les départements que j'ai ci-dessus énoncés pour la partie désignée dans l'échelle géognostique des noms de grès infra-liasique, de quadersandstein, de liassandstein, de grès supérieurs, de keuper, etc., sont évidemment des roches distinctes; dans la Moselle, on trouve au-dessous du grès calcaire de Hettange des lambeaux et des boules de grès ferrugineux qui sont eux-mêmes l'objet d'une discussion. Ces boules sont des grès analogues aux grès ferrugineux qui forment la partie supérieure de l'étage dans le département de la Meurthe.

J'ai levé et dessiné à une grande échelle des coupes détaillées de ces couches ; celles situées près de Vézelize, où elles forment un escarpement à un de près de 70 mètres ; celles de Vic, Salonne; Moncel-sur-Seille, Oudailles, Rozières-aux-Salines, Bosserville, Griport, et des environs de Bayon pour la Meurthe; tandis que je

ne possède de coupes détaillées des autres départements que celles des carrières de Hettange (Moselle), Hauterive (Haute-Saône), des environs de Mirecourt, Vomécourt (Vosges), etc. J'ai toujours trouvé à la partie inférieure de l'étage dit de Luxembourg des boules ferrugineuses et toujours aussi la même absence de couches que je considère comme inférieures, tandis qu'il en était de même en sens inverse dans les coupes explorées du département de la Meurthe. Près de Vézelize seulement, on voit quelques couches minces et des fragments irréguliers disséminés dans la terre végétale par-dessus la coupe des grès en place; j'ai recueilli quelques fossiles de ces blocs roulés, fossiles que je n'ai pu nommer que lorsque j'ai connu ceux des carrières de Hettange.

Le premier étage de grès se lie intimement au lias par ses caractères géognostiques et par ses fossiles, tandis que le second est essentiellement keupérien.

Faut-il donc de ce fait inférer qu'il existe deux étages distincts de grès, dont l'un appartiendrait encore à l'époque de la formation triasique, tandis que le second n'aurait commencé à se former que lorsque les eaux liasiques auraient couvert le sol? Au reste, cette hypothèse me semblerait assez juste, par la raison que les deux étages ne se trouvent pas ensemble.

Plus loin, j'indiquerai des points où des lambeaux de l'un, et même des portions assez considérables, se trouvent dans les mêmes localités que l'autre; j'ai pu m'assurer dans ce cas qu'il y a entre les deux des différences très grandes, soit de failles, soit de discordance.

Près de Vézelize, on trouve au lieu dit le Moulin des prés, de bas en haut, les couches suivantes : 1° quarante-six assises de grès magnésien, de marnes et d'argiles appartenant évidemment aux marnes irisées; vient alors une série de grès dont quelques couches sont fortement magnésiennes ou dolomitiques; ensuite des grès d'un beau rose renferment des débris fossiles analogues à ceux du keuper; puis quelques minces couches calcaires et de marnes avec des restes de poissons analogues à ceux de Muschelkalk, et la présence des mollusques *Avicula socialis* et de *Trigonellites* triasiques ne laisse aucun doute sur l'âge de ces couches. Par-dessus tout cela, un groupe formé de couches de grès avec des poudingues, du fer oxydé-hydraté dans toute la masse; c'est ce qu'on appelle l'étage du grès ferrugineux. Il y a encore ici des restes de fossiles triasiques.

Il était impossible de voir plus haut, à cause de la végétation, rien autre chose que les blocs roulés dont j'ai parlé; j'ai fait creuser en plusieurs endroits et j'ai mis à découvert au-dessus du grès précédent d'abord des couches très argileuses sans fossiles et

quelques couches alternant de grès et de calcaires en boules ayant une certaine apparence de grès ; quelques fossiles que j'ai recueillis sont des analogues de ceux des grès des carrières de Hettange, entre autres une Ampullaire et le polypier assez commun des mêmes grès de Tomblaine (genre *Recophillia*).

Il y a quelques années qu'un propriétaire de Tomblaine, près Nancy, fit défoncer une vigne et jeter au bord de la route des calcaires gréseux et de véritables grès très riches en fossiles ; nous eûmes là une bonne fortune pour l'agrandissement de nos collections, et quoique d'abord nous ayons cru que ces restes provenaient du lias, nous étions cependant étonnés de ne trouver que là plusieurs espèces. Ce ne fut que lorsque je reçus de l'obligeance de M. Terquem, de Metz, une belle série des fossiles du grès de Hettange, que je reconnus ceux-ci pour appartenir aux mêmes espèces ou à des espèces analogues.

Les roches dont je parle ici se trouvent à l'extrémité du bassin liasique de la Meurthe et au bord de cette rivière ; elles se trouvent en stratification concordante avec les premières assises du lias (calcaire à Gryphées arquées). Ce fait est visible dans une carrière ouverte à cent pas du point d'où les blocs dont je parle ont été tirés. Entre ces rochers et les grès que je désigne sous le nom provisoire de supra-keupérien (1), il y a une faille où coule le ruisseau qui passe à Aart-sur-Meurthe ; du côté nord, c'est-à-dire vers Nancy, le coteau arrondi est de 10 à 12 mètres plus bas que de l'autre côté du ravin ; de l'autre côté, les grès keupériens forment comme une muraille à pic sur une hauteur de 5 à 6 mètres. Ils sont exploités dans leur partie supérieure, où aucune trace des couches voisines ne se montre.

Pour moi, il est assez probable, je n'ose cependant pas dire certain en géologie, parce que souvent les apparences sont trompeuses, mais je crois qu'il y a deux systèmes de grès superposés dans l'échelle géognostique de nos terrains. Peut-être aussi, n'y a-t-il qu'une de ces formations purement locales, comme il s'en rencontre tant d'autres. C'est pourquoi je soumets ce fait à l'appréciation des membres de la Société géologique ; les mêmes faits,

(1) *Nota.* Il serait impossible en ce point, du reste comme par tout le département de la Meurthe, de marquer une ligne de séparation entre ces grès et le keuper. Depuis le grès ferrugineux renfermant des poudingues, jusque fort avant dans le keuper supérieur, les couches alternent de grès, de marnes, d'argiles, de quelques calcaires marneux, les couches de grès diminuant de nombre et de puissance à mesure que l'on descend, tandis que les marnes et les argiles prennent le dessus.

ou des analogues, ont pu être observés en d'autres lieux qu'il ne m'a pas été donné de visiter. C'est aussi avec une extrême réserve que j'établis cette distinction dans nos rochers; je n'ai observé que sur quelques points très restreints, au lieu de pouvoir comparer les mêmes terrains dans des lieux éloignés. Privé d'ailleurs des bons ouvrages et de la société d'autres personnes s'occupant des mêmes études, je crains toujours de m'égarer, et, sans la constance des mêmes caractères dans tout notre département, sans la double distinction que donnent les caractères du gisement et de la paléontologie, je n'aurais osé vous entretenir de ces faits.

Je joins à ces notes un tableau comparatif des fossiles que je possède. Outre ceux de Hettange et ceux recueillis à Tomblaine ensuite, j'ai signalé ceux que j'ai recueillis dans les grès de notre département.

Comparaison entre les fossiles provenant des carrières de Hettange (Moselle) et ceux recueillis à Tomblaine (Meurthe).

HETTANGE.	TOMBLAINE.
Pleurotomaria densa (1).	
— *turbinata.*	
— *trocheata.*	
— *Mosellana.*	
— *Hettangiensis.*	* Espèce semblable.
— *juvenilis.*	
— *obliqua.*	
— *clypeus.*	Espèce analogue.
— *coepa*, Deslongchamps.	* Espèce semblable.
— *Trochus sinistrosus.*	
— *Deshayesii* (*sinistra*).	
Turritella inornata.	Turritelle, espèce indéterminée.
— *Hettangiensis.*	
— *Lalea.*	
— *Deshayesii.*	
Ampullaria planulata, type.	Espèce analogue. (Semblable, provenant de Vézelize.)
— *obtusa.*	
— *carinata.*	
— *angulata*, Dunker.	
Helicina.	Une Hélicine, probablement d'espèce différente.
Littorina clathrata.	
Chemnitzia.	
Nerita canalis.	Fragment usé, qui cependant paraît analogue (Vézelize).

(1) Toutes les espèces de cette liste, qui ne sont pas suivies d'un nom d'auteur, ont été déterminées et nommées par M. Terquem. Ce travail est encore inédit.

HETTANGE.	TOMBLAINE.
Ammonites Moreanus, d'Orb.	Ammonites ?.....
	Id. (fragment).
Rostellaria dubia.	
Tornatella.	
Ostrea irregularis difformis.	* Espèce semblable.
— *intermedia.*	
— *multicostata.*	
— *complicata.*	
— *arcuata.*	Espèce qui paraît analogue ; mais le quart plus petite.
— *trigona.*	
Gryphæa.	
Plicatula Hettangiensis.	Espèce analogue.
— *Baylii.*	
Lima duplicata, Desh.	* Espèce semblable.
— *punctata*, Desh.	Espèce analogue.
— *Hettangiensis.*	
— *tuberculosa.*	
Plagiostoma.	
Pecten dispar.	* Espèce semblable.
Cardium Philippeanum.	Espèce analogue.
— *concinnum*, do Buch.	
Arca Hettangiensis.	
Astarte Voltzii, Goldf.	
— *explanata.*	
— *arenacea.*	
— *cingulata.*	Espèce analogue.
	Astarté ou *Posidonia??*.
Nucula.	
Unio.	*Unio.* Autre espèce du bloc de Vézelize.
Mytilus productus.	*Mytilus* ou *Modiola.*
— *arenicola.*	
Gervilia squammata.	
Hettangia securiformis.	
Cypricardia triangularis.	
Cardinia minor, Ag.	* Espèce semblable.
— *complanata*, Ag.	Espèce analogue.
— *Hennocquii.*	
— *concinna*, Ag.	
Hinnites liasicus.	
— *Orbignyanus.*	
Patella Hennocquii.	
— *Schmidtii.*	
— *nitida*	
Saxicava arenicola.	
Lithodomus.	
Hettangia ovata.	

HETTANGE.	TOMBLAINE.
Terebratula variabilis, Schloth.	Térébratule, deux ou trois espèces ou variétés.
Polypier, genre *Thecophyllia*.	* Espèce semblable. *Anthophyllum*.
Calamites.	
Lignite et débris végétaux charbonneux.	Débris végétaux.

J'ai marqué d'un astérisque (*) les espèces de Tomblaine dont l'identité a été bien reconnue par plusieurs conchyliologistes, notamment par M. Deshayes qui a passé quelques jours dans mon cabinet. Lorsque je me sers ici du terme d'analogue, ce n'est pas pour indiquer des variétés, mais seulement pour désigner des fossiles qui se ressemblent et dont l'identité ne m'est pas toutefois bien démontrée.

Les fossiles du second étage de grès sont bien différents de ceux-ci ; voici la liste de ceux que je possède (ceux marqués du même signe (*) sont ceux dont je suis bien certain).

Végétaux.

* Portions do *Mantelia cylindrica*. — Vic.
* *Chlatropteris meniscoides*. — Vézelize, Houdailles.
* *Equisetum columnare*. — Vézelize, Houdailles, etc.
* Calamites. — Houdailles.
Débris végétaux indéterminables. — Vic, Vézelize, Houdailles, Gryport, etc.

Crustacés.

* Empreinte de *Glyphea* (corps). — Houdailles.

Sauriens.

Empreinte de portion de crâne. — Houdailles.
Ossements (fragments). — Moncel-sur-Seille, Vic.
Ossements. — Haraucourt.
Dent de..... — Vézelize.
Portion d'apophyse. — Vézelize.

Poissons.

* Écailles de *Gyrolepis*. — Moncel-sur-Seille, Vézelize.
Écailles indéterminées. — Aart-sur-Meurthe.
* Dent de *Saurichthys*. — Aart-sur-Meurthe.
Écaille..... — Aart-sur-Meurthe.

Mollusques.

Mya ? ?. — Houdailles, Vic, Marsal, Vézelize, etc.
* *Avicula socialis.* — Vézelize.
* *Pholadomya corbuloides.* — Vézelize, Moyenvic.
Cardinia..... — Moyenvic.

Note sur les grès du Luxembourg et d'Hettange, par M. Buvignier.

La question de l'âge du grès du Luxembourg et d'Hettange que j'ai dernièrement soulevée, ou plutôt renouvelée, a paru à la Société géologique assez importante pour qu'elle en fît l'objet de sa réunion extraordinaire de cette année. Je suis vivement contrarié de ne pouvoir me rendre à cette réunion. Je le regrette d'autant plus que, d'après la localité où elle a lieu, les explorations de la Société n'auront probablement pas lieu dans l'ordre le plus convenable pour éclaircir cette question Il est à remarquer, en effet, qu'elle n'a jamais paru présenter la moindre difficulté à ceux qui ont commencé à étudier cette formation en partant des Ardennes et de la Meuse pour s'avancer vers l'est; tandis que ceux qui n'ont observé que les environs d'Hettange et de Luxembourg ont émis des opinions très variées.

Ces circonstances s'expliquent facilement. Dans les Ardennes, le calcaire sableux recouvre les calcaires à Gryphées arquées en évidence sur une étendue de plus de cinquante kilomètres; et quand ce dernier étage disparaît, dans les environs de Florenville, on peut suivre facilement les affleurements du calcaire sableux jusque dans le Luxembourg où on reconnaît qu'il ne diffère pas du grès qui a reçu le nom de cette contrée, lequel n'est que le prolongement des mêmes assises, sans le moindre changement dans la nature des roches. Il ne peut donc y avoir le moindre doute.

Mais cette formation calcaire et arénacée, qui a plus de 150 mètres de puissance dans la Meuse et le Luxembourg, se transforme, dans la vallée de la Moselle, en un massif argileux qui y constitue la partie moyenne du lias. Aux difficultés résultant de cette transformation s'ajoutent encore celles que produit la dénudation de la vallée de la Moselle, dont les alluvions masquent les affleurements de plusieurs couches; de sorte qu'on n'aperçoit pas toujours immédiatement les relations qui existent entre celles qui affleurent sur les deux versants de la vallée.

Ces difficultés sont telles, surtout pour les géologues plus habi-

tués aux observations de détail qu'aux travaux d'ensemble, que plusieurs d'entre eux, oubliant le précepte *nec deus intersit*, etc, qui est aussi applicable en géologie qu'en poésie, ont fait intervenir des failles et des soulèvements, comme le *deus ex machina* destiné à dénouer les situations les plus compliquées. Mais cette intervention paraît complétement inutile à ceux qui, ayant exécuté des cartes géologiques d'une certaine étendue, ont contracté l'habitude de reporter leurs observations sur une bonne carte topographique pour se rendre compte de la disposition générale des couches, et se sont familiarisés avec les effets d'une faible pente sur une grande distance, et avec les rapports qui existent entre le relief du sol et la nature des roches. Aussi M. Levallois prouve t-il facilement que la position stratigraphique du grès en question ne laisse pas le moindre doute dans cette contrée.

Les considérations qui précèdent m'ont fait penser qu'il était utile, pour faciliter les recherches de la Société et la mettre en garde contre l'importance exagérée que l'on pourrait attribuer à quelques accidents tout à fait locaux et de peu d'étendue, de rappeler la disposition générale des couches du bassin liasique dans la Moselle, le Luxembourg et les Ardennes.

La direction générale de ces couches est la même que celles des assises de l'oolite inférieure, laquelle diffère peu de celle de la crête oolitique, si nettement dessinée sur le sol, et indiquée, abstraction faite des petites sinuosités topographiques, par la ligne courbe *a a a* (fig. 3, page 593). La direction générale des assises liasiques sera donc indiquée par la ligne ponctuée *b b b*, et leur inclinaison, par les flèches *c d*, *c' d'*, normales à cette ligne. Cette inclinaison ne paraît guère plus faible que dans les Ardennes, où elle varie de $\frac{1}{27}$ à $\frac{1}{30}$. Pour celui qui connaît cette disposition, les différences de niveau indiquées par M. Terquem entre les affleurements du grès à Hettange, à Boust, à Mondorf, à Dalheim, étaient chose prévue et tellement naturelle, que la disposition contraire, si elle existait, ne pourrait s'expliquer que par des dislocations du sol. Cette inclinaison vers l'ouest se voit très bien sur le versant nord du vallon de Rously qui traverse le grès dans la direction de la plus grande pente : on la distingue facilement du plateau opposé, à un kilomètre de distance.

Malgré la pente générale du terrain, on rencontre çà et là, sur certains versants, des assises inclinées vers le fond des vallées, dans des directions variées, par suite du tassement des argiles inférieures qui ont flué sous le poids des assises supérieures ; mais ce sont de ces accidents locaux qui se produisent dans tous les escarpements

où affleurent des terrains meubles recouverts par des couches solides.

Je n'insisterai pas davantage sur la question stratigraphique qui ne présentera aucune difficulté à ceux qui suivront les affleurements du grès jusque dans les environs de Sedan et de Mézières, où ils retrouveront, dans le puissant système du calcaire sableux, toutes les variétés des roches du Luxembourg, depuis le grès calcaire d'Hettange et les marnes sableuses à *Belemnites elongatus* qui supportent celui-ci à Boust, et les calcaires plus ou moins sableux, plus ou moins marneux, à *Ammonites planicostatus*, qui le recouvrent à Hettange, à Reutgen, etc., jusqu'aux marnes et aux calcaires marneux de Strassen, que je n'ai pas vus, mais qui me semblent, après avoir relu attentivement tout ce qui en a été dit, être identiques avec ceux de Puilly, de Charbeaux et de Saint-Laurent. Ces calcaires appartiennent à la partie moyenne des calcaires sableux et y alimentent des sources nombreuses.

Je passe à la question paléontologique, qui paraît moins claire que la question géognostique. La grande difficulté de la question consiste dans l'appréciation de la valeur zoologique des trois espèces de Gryphées *G. arcuata*, *G. obliquata*, *G. Maculochii*.

Dans les espèces qui sont fixées au moins pendant une grande partie de leur vie, il existe un grand nombre d'individus déformés. Il peut arriver que, parmi eux, il s'en trouve quelques uns qui paraîtraient établir un passage entre ces trois espèces, et même entre toutes les Gryphées du lias et de l'oxford-clay. Mais, sans discuter l'importance que l'on doit attacher à ces individus accidentels, que ces coquilles appartiennent à des espèces distinctes, ou à des variétés d'une même espèce, il n'est pas moins incontestable que les Gryphées qui à Hettange, à Reutgen, se trouvent dans les assises supérieures au grès, sont identiques avec celles qui existent dans le calcaire sableux des Ardennes, à une hauteur de 40 à 60 mètres au-dessus des affleurements des calcaires à Gryphées arquées, hauteur à laquelle on commence à rencontrer aussi le *Gryphæa cymbium*.

Mais, dit-on, le grès du Luxembourg et d'Hettange présente une faune tout à fait distincte de celle du calcaire sableux.

Cela est vrai, si l'on compare la faune du grès de Luxembourg avec celle des deux sous-groupes supérieurs du calcaire sableux ; mais il n'en est pas de même si on la compare avec celle du sous-groupe inférieur. Quoique celle-ci ne soit qu'incomplétement connue, les fossiles y étant généralement mal conservés, il y a cependant plusieurs espèces communes.

En effet, les deux fossiles les plus caractéristiques de ce sous-groupe sont le *Cardinia concinna*, l'un des plus abondants dans le grès de Luxembourg, et l'*Ammonites Bucklandi*, cité à Hettange par M. Terquem. Au milieu des empreintes de la première espèce, j'ai recueilli à Francheval un moule de l'*Hettangia ovata* (Terq.). A Étalles, près de Mauhert-Fontaine, où les fossiles sont, comme dans une partie du grès du Luxembourg, transformés en spaths calcaires, mais où je n'ai pu m'arrêter qu'un instant, quelques minutes m'ont suffi pour recueillir, avec le *Cardinia concinna*, deux des trois espèces du même genre, recueillies à Arlon, par M. Terquem, l'une des Mélanies à gros tubercules d'Hettange, et plusieurs moules qui paraissent appartenir à la Littorine, qui est si abondante dans cette dernière localité.

Ainsi sur les douze ou quinze espèces reconnues dans le sous-groupe inférieur du calcaire sableux, six ou sept au moins se retrouvent dans le grès du Luxembourg, et ces espèces appartiennent presque toutes aux assises supérieures de ce sous-groupe, à celles qui sont séparées des calcaires à Gryphées arquées proprement dites par une épaisseur d'environ 50 mètres.

A ces espèces, je crois devoir ajouter le *Belemnites elongatus* et l'*Ammonites planicosta* que j'ai recueillis dans une couche marno-sableuse inférieure au grès et mise à découvert en 1848 par un fossé aboutissant au lavoir de Boust. Si ce dépôt se trouvait au pied du grès par suite d'une faille ou en alluvion, il occuperait le fond de la vallée, au lieu de traverser sur le versant une ligne oblique parallèle au plan d'inclinaison du grès. Dans tous les cas, ces deux espèces et plusieurs autres du calcaire sableux se retrouvent sur l'Hettange de Reutgen et dans les assises qui recouvrent immédiatement le grès, et dont on ne peut pas contester la liaison avec lui.

J'aurais voulu avoir le temps de dire quelques mots sur la comparaison des diverses subdivisions du lias des Ardennes et de la Meuse avec le lias de la Moselle; mais il serait nécessaire pour cela de décrire ces subdivisions, la plupart des membres présents à la réunion ne connaissant pas encore ma *Géologie de la Meuse*, qui est publiée depuis trop peu de temps. Je me bornerai, pour qu'on puisse reconnaître ces divisions, dans le cas où la Société suivrait la route de Longwy à Arlon, où on les retrouve parfaitement caractérisées, à ajouter ici la coupe des terrains compris entre ces deux villes, coupe que je détache de la planche IV de mon livre.

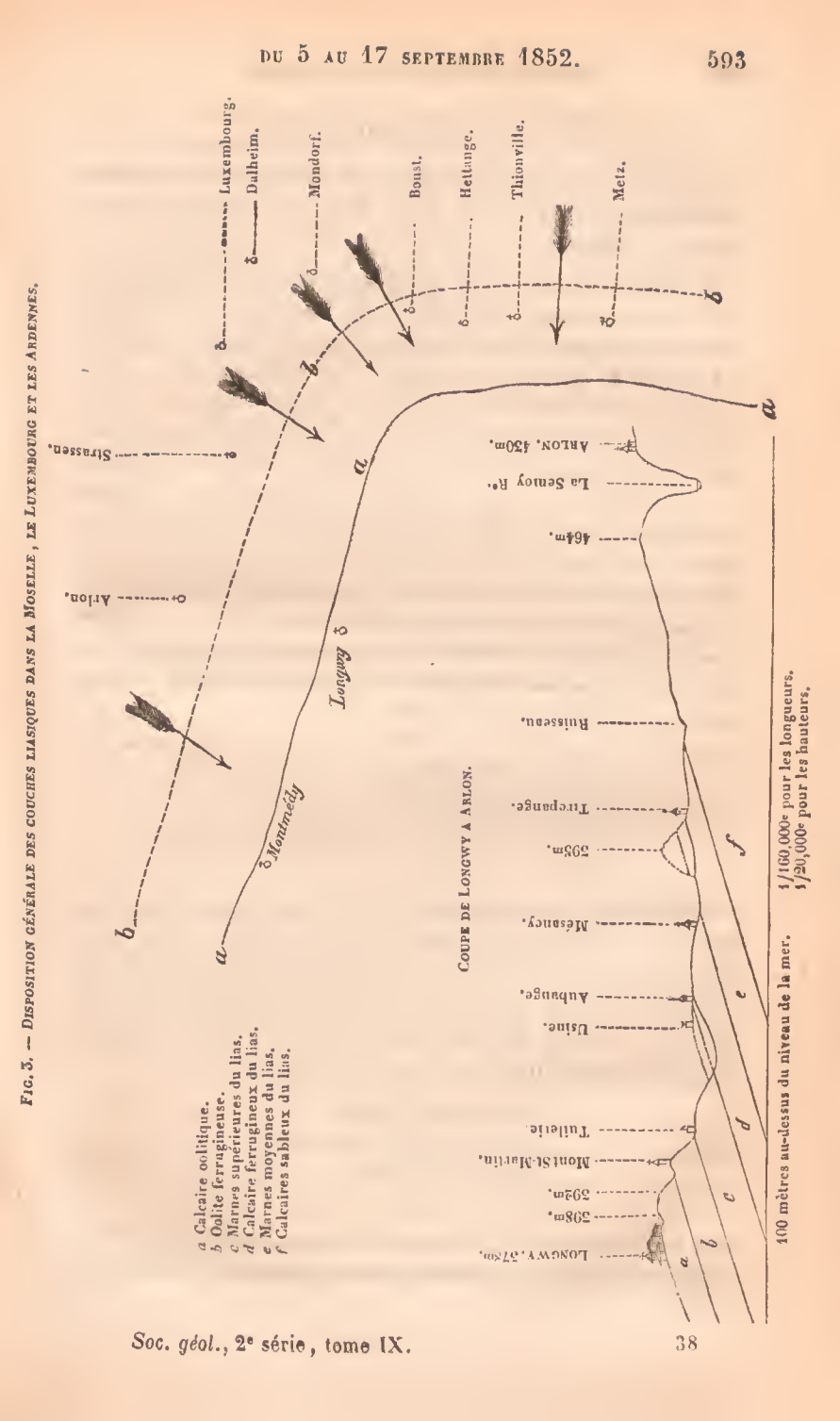


FIG. 3. — DISPOSITION GÉNÉRALE DES COUCHES LIASIQUES DANS LA MOSELLE, LE LUXEMBOURG ET LES ARDENNES.

Séance du 7 septembre 1852.

La séance est ouverte à huit heures du soir, dans la salle de la bibliothèque de la ville de Metz. M. Vaultrin, vice-président, occupe le fauteuil.

M. Hébert rend compte de l'excursion de cette journée. La Société a débuté par la vallée de Montvaux. Les couches les plus inférieures qu'elle ait observées sont des grès calcaires à Bélemnites, qui appartiennent au lias supérieur, et dans lesquelles on rencontre les *Ammonites insignis*, *primordialis*, *radians*, etc. Au-dessus se présente un minerai de fer oolitique, que les géologues de la Moselle désignent quelquefois sous le nom d'*oolite ferrugineuse*, mais qu'il faudrait bien se garder de confondre avec l'assise du même nom de la Normandie et autres contrées, car le minerai de fer oolitique des environs de Metz ne renferme que des fossiles du lias supérieur. La Société n'a pas pu observer une petite assise de marnes grises micacées qui recouvre généralement ce minerai de fer, que l'on peut voir à Plappeville-lès-Metz, et qui est caractérisée par les fossiles suivants :

Astarte excavata, Sow. ;
Trigonia striata, Agassiz ;
Ostrea crenata, d'Orb.,
Montlivaultia decipiens, Milne Edw. et J. Haime ;
Etc., etc.

Cette couche est évidemment la base du système oolitique inférieur tel qu'il est généralement établi. Cette petite assise est recouverte par le calcaire ferrugineux caractérisé par les fossiles ordinaires de l'oolite ferrugineuse de Normandie. La Société y a trouvé entre autres l'*Ammonites Murchisoni*. C'est dans ce calcaire qu'on rencontre également :

Belemnites giganteus,
Ammonites Humphriesianus,
Lima proboscidea,
Etc.

qui ne laissent aucun doute sur la place qu'il doit occuper.

Au-dessus du calcaire ferrugineux se présente le calcaire dé-

signé à Metz sous le nom de calcaire à polypiers, en raison de l'abondance des fossiles de cette classe dans les assises supérieures. Les assises inférieures moins compactes, et dont les caractères pétrographiques sont assez variables d'ailleurs, sont remarquables par une grande quantité de *Pecten*.

Parmi les fossiles qui caractérisent les assises supérieures, nous pouvons citer les fossiles suivants :

Cyathophora Luciensis, Edw. et Haime;
Montlivaultia Labechii, id.;
Montlivaultia Stutchburgi, id.;
Cladophyllia Babeauana, id.;
Isastræa Bernardana, id.;
Isastræa tennistriata, id.;
Thamnastræa Mettensis, id.;
Thamnastræa Terquemi, id.;
Thamnastræa crenulata, d'Orb.

qui ont été recueillis par la Société et déterminés par M. Jules Haime. M. Haime a fait observer que tous ces fossiles sont propres à l'oolite inférieure de l'Angleterre et de la France, à l'exception de *Cyathophora Luciensis*, qui se retrouve aussi dans la grande oolite. Ces observations se joignent à beaucoup d'autres pour classer le calcaire à polypiers des environs de Metz dans l'oolite inférieure, et non dans la grande oolite.

Au calcaire à polypiers succède le *fuller's-earth*, parfaitement reconnaissable par ses fossiles ordinaires, *Ostrea acuminata*, *Pholadomya Murchisoni*, *Pholadomya Vezelayi*, *gibbosa*, etc.

Le *fuller's-earth* est recouvert par la grande oolite, qui offre dans cette contrée une couleur jaunâtre, et qui est très développée surtout dans les carrières d'Amanvillers et de Marengo.

A Auboué, le *fuller's-earth* se retrouve avec les fossiles que nous venons de citer ; et, sur la route de Metz, on le voit recouvrir le calcaire à grosses oolites, qui forme la partie la plus supérieure du calcaire à polypiers, et avec lequel il se lie souvent très intimement. Seulement ici se présente une circonstance remarquable : c'est une dénudation bien prononcée entre le fuller's-earth et le calcaire à grosses oolites. Ce dernier paraît raviné ; sa surface et les fissures qu'il présente sont recouvertes de carbonate de chaux cristallisé et formant des stalactites, et les argiles à *Ostrea acuminata* remplies de fossiles,

reposent sur le calcaire sans aucune liaison ; toutefois, ce phénomène d'incrustation calcaire est évidemment moderne, car on suit le carbonate de chaux dans des fissures qui traversent les argiles du *fuller's-earth*.

Dans le jardin du maire d'Auboué, la Société a remarqué des couches compactes d'où l'on avait extrait des Nautiles et des Ammonites gigantesques. Les couches à *Ostrea acuminata* recouvrent ces calcaires compactes, et si l'on suit le chemin de Coinville, on voit le fuller's-earth supporter la grande oolite. La couche supérieure, formée d'un calcaire fragmentaire, nous a présenté l'*Ostrea costata* en abondance, l'*Anabacia complanata*, le *Montlivaultia numismalis*, l'*Ostrea obscura*, fossiles dont la réunion caractérise l'assise supérieure de la grande oolite, qu'on désigne ordinairement sous les noms de *Bradford-clay*, de *forest-marble*, de *corn-brash*. Ces noms peuvent se rapporter à des assises très distinctes en Angleterre, mais ils ne désignent en France que les couches supérieures généralement très fossilifères de la grande oolite : la faune de cette partie supérieure est bien constante en France et ne doit pas être subdivisée.

La Société a retrouvé cette même couche à Gravelotte ; elle a recueilli des fossiles très nombreux appartenant à ce niveau, et elle a pu constater un fait déjà observé par les géologues de Metz, à savoir que l'*Ammonites Parkinsoni* (*interruptus*, d'Orb.), qui caractérise l'oolite ferrugineuse de Bayeux et d'Angleterre, se trouve à Metz dans ces couches supérieures de la grande oolite, et n'a pas encore été rencontrée dans l'oolite inférieure de cette contrée.

Il résulte de l'ensemble de cette excursion que le terrain, qui est désigné dans la *Carte géologique de la France* sous le nom de *système oolitique inférieur*, se divise très clairement dans les environs de Metz de la manière suivante (pl. IV, fig. 1) (1) :

Grande oolite. . .	Partie supérieure. Couches à *Ostrea costata* (Bradford-clay).
	Partie moyenne. Grande oolite proprement dite.
	Partie inférieure. Couches à *Ostrea acuminata*, ou fuller's-earth.

(1) Cette coupe est due à M. Jacquot.

Oolite inférieure.	Calcaire à polypiers. Calcaire subcompacte. Calcaire ferrugineux. Marnes à *Montlivaultia decipiens*.

Si l'on ajoute à ce tableau les parties du système liasique que la Société a visitées, on le complétera ainsi :

Lias supérieur. . .	Minerai de fer oolitique à *Ammonites insignis* et *primordialis*. Grès et calcaire du lias supérieur, avec *Ammonites bifrons*, *serpentinus*, *radians*, *Trigonia navis*, etc.
Lias moyen. . . .	Marnes gréseuses, à *Plicatula spinosa* et à *Ostrea cymbium*. Marnes à ovoïdes, avec *Ammonites margaritatus*, *Belemnites Fourneliannus*, etc. Calcaire ocreux, à *Ammonites fimbriatus*, *planicosta*, *Davœi*, etc.

Au-dessous viendrait le calcaire à *Ostrea arcuata* et à *Ammonites bisulcatus*.

L'accord de cette succession de couches dans l'E., dans l'O. et dans le S. du grand bassin parisien, se maintient de la manière la plus frappante jusque dans les plus petits détails, ce qui ne saurait empêcher quelques espèces fossiles de passer d'une couche dans une autre, ainsi que la Société l'a vu pour l'*Ammonites Parkinsoni*.

M. Hébert fait observer à cette occasion l'utilité qu'il y aurait pour la géologie à ce que les noms qui sont adoptés très généralement le fussent également dans le département de la Moselle, pour représenter des assises identiques et par leurs fossiles et par leur ordre de superposition. Il y a, par exemple, du danger à désigner une couche du lias supérieur par le nom d'oolite ferrugineuse ; cela peut introduire dans la science des confusions très regrettables ; il faudrait au moins avoir bien soin de dire *oolite ferrugineuse du lias*.

M. Terquem fait remarquer que le minerai de fer oolitique est très puissant dans les environs de Longwy, où il a une puissance d'environ 40 mètres.

M. Jacquot dit que les marnes qui recouvrent ce minerai

produisent les plus belles sources du département, et qu'elles jouent ainsi un rôle important dans le pays.

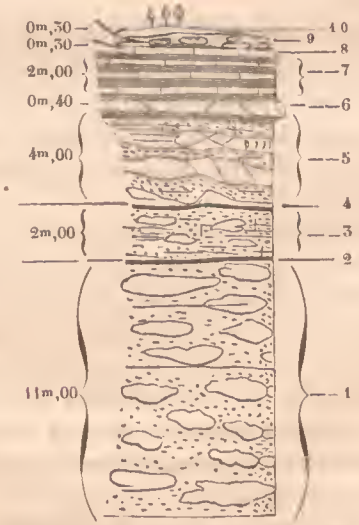
Séance du 8 septembre 1852.

La séance est ouverte à dix heures du soir, à l'hôtel des bains, à Mondorf, sous la présidence de M. Vaultrin, vice-président.

Sur l'invitation de M. le président, M. Hébert rend compte dans les termes suivants des faits qui ont été observés dans la journée.

La Société a visité les carrières ouvertes à Hettange, à l'E. de la route ; elle a examiné la succession des assises que ces carrières présentent.

Le grès d'Hettange a une épaisseur de plus de 20 mètres. Il repose, au dire des ouvriers, sur des argiles sableuses. Voici approximativement quelle est la succession des couches visibles à partir du bas :



	Mètres.
1° Grès calcaire en gros rognons aplatis, lenticulaires, au milieu de sables plus ou moins durcis. . .	11,00
A reporter. . .	11,00

Report. . . 11,00

2° Lit mince de lignite.

3° Sables avec quelques rognons de grès. . . . 2,00

4° Grès délité, en masses irrégulières dans des bancs de sable ; quelquefois bancs réguliers de grès et de sable alternant ensemble 4,00

C'est à cette série qu'appartient le banc coquillier qui a fourni aux patientes recherches de M. Terquem une si belle collection de fossiles. Ce banc coquillier se trouve ainsi à environ 4 ou 5 mètres du lit de lignite (n° 2), qui forme une ligne noire bien distincte. Outre les coquilles fossiles, on y voit une multitude de cailloux roulés dont quelques uns ont la grosseur du poing, de belles empreintes végétales, et des fragments de tiges réduits à l'état de carbone.

5° Lit d'argile.

6° Grès très calcarifère 0,40

7° Argiles avec lits calcaires. 2,00

8° Lit de calcaire à Gryphées arquées, bien en place. La nature de ce banc, que j'ai pu atteindre non sans quelque difficulté, a été bien constatée par la réunion : il ne pouvait y avoir doute. Les caractères minéralogiques, la présence de l'*Ostrea arcuata* que nous y avons observée, étaient des garanties suffisantes. . 0,30

Ce calcaire contient au moins 0,85 de carbonate de chaux, 0,02 à 0,03 d'argile, et au plus 0,12 de sable quartzeux ou grains plus ou moins gros.

9° Lit de plaques de calcaire bleuâtre, contenant un peu de sable agglutiné et percé par des coquilles perforantes, et sur lesquelles étaient fixées des *Ostrea arcuata*, des *Terebratula variabilis*. Un fragment d'un gros individu d'*Ammonites bisulcatus* a été recueilli par nous dans ces assises supérieures. 0,30

10° Terre végétale avec fossiles du calcaire à Gryphées arquées, provenant de la décomposition des bancs appartenant à cette assise.

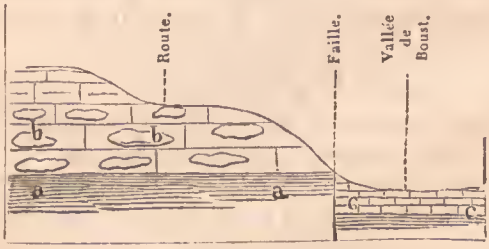
Total. . . . 20,00

Cette première observation a paru concluante à quelques uns

d'entre nous, mais cela ne suffisait pas pour tous : il fallait voir si la conclusion que l'on en pouvait tirer se soutiendrait dans nos observations ultérieures.

Nous nous dirigeâmes sur *Boust*. Là, au pied d'une colline formée par le grès d'Hettange, nous trouvâmes dans un champ labouré une quantité d'*Ostrea arcuata* et autres fossiles du même âge ; un niveau d'eau existait à la base du grès, de telle sorte que les couches à *Ostrea arcuata* paraissaient être sur le prolongement des couches imperméables, que l'on devait en conséquence rapporter aux marnes et calcaires à Gryphées arquées. Mais cette conclusion étant contraire à la précédente, nous gravîmes le coteau de grès, et nous rencontrâmes çà et là des fragments de calcaire à Gryphées arquées, épars à la surface du sol, au-dessus des grès.

Ces fragments épars étaient pour nous la preuve d'une dénudation du calcaire à Gryphées arquées qui recouvrait précédemment le grès, et les fossiles recueillis dans la vallée ne pouvaient se trouver là que parce qu'ils y avaient été amenés par les eaux diluviennes, ou bien à cause d'une faille qui avait abaissé en ce point le calcaire à Gryphées arquées au niveau des argiles sableuses inférieures au grès qui nous avaient été signalées à Hettange, et qui déterminaient à Boust le niveau d'eau que nous y observions. Dans cette hypothèse, la coupe du sol eût été la suivante :

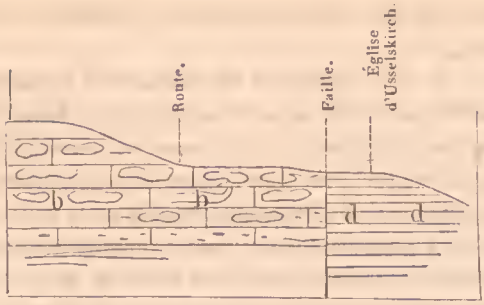


a Argiles sableuses.
b Grès d'Hettange.
c Calcaire à Gryphées arquées.

et alors on comprend aisément comment, les argiles sableuses formant niveau d'eau précisément à la hauteur des assises à Gryphées arquées, on peut être porté à admettre que celles-ci passent sous le grès. Mais cette hypothèse devient impossible

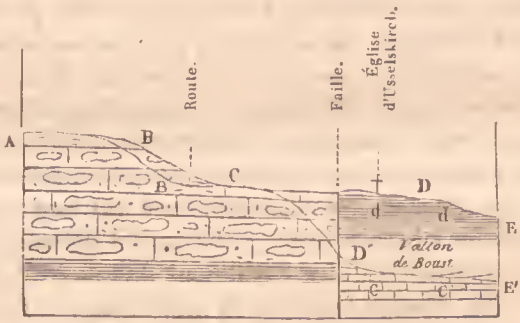
en présence des faits que la Société a pu observer immédiatement après.

En effet, en nous dirigeant du sommet de la colline de grès sur l'église d'Usselskirch, nous vîmes le terrain changer tout d'un coup de nature, et les marnes à *Ammonites spinatus* (lias moyen) se trouver en contact avec le grès à un niveau inférieur, quoique plus élevé que celui des gryphées arquées de la vallée de Boust. Ici ce ne sont plus des fossiles isolés, arrachés des assises qui les renfermaient, comme dans le vallon de Boust, mais bien des couches très régulières de marnes avec leurs fossiles non remaniés. Or il est impossible de soutenir que le grès d'Hettange recouvre immédiatement le calcaire à Gryphées arquées dans la vallée de Boust et, à quelques centaines de mètres de distance, les marnes à *Ammonites spinatus*, car l'observation montre que, dans le premier cas, on passe immédiatement des Gryphées arquées au grès, sans interposition des marnes du lias moyen qui se trouvent à un niveau absolu plus élevé à l'église d'Usselskirch. Ce sont donc, non des superpositions, mais des contacts, et comme ces contacts ont lieu entre une même assise, le grès d'Hettange, et des assises différentes, le calcaire à Gryphées arquées et les marnes à *Ammonites spinatus*, il en résulte que l'on est obligé d'admettre notre hypothèse d'une faille, et alors tout devient d'une extrême simplicité. Cette faille a mis en contact avec le grès d'Hettange, dont la position normale est d'être au-dessous du calcaire à Gryphées arquées, les diverses assises de la série liasique. Puis, selon que les dénudations, qui ont donné à ces régions leur forme extérieure actuelle, ont agi plus ou moins puissamment, le grès qui opposait une résistance plus grande a formé les coteaux, et les vallées ont été composées, dans leurs parties les plus profondes, de calcaire à Gryphées arquées; dans les parties moins entamées, de lias moyen. Le premier cas est celui du vallon de Boust dont nous avons donné plus haut la coupe; le second est celui d'Usselskirch qui sera représenté par cette figure :



b Grès d'Hettange.
d Marnes à *Ammonites spinatus.*

Ces deux coupes sont tellement voisines, qu'on peut faire passer leurs plans par une même verticale prise sur le coteau de grès, de telle sorte qu'en rabattant ensuite la première de ces coupes sur la seconde on aura la figure suivante :



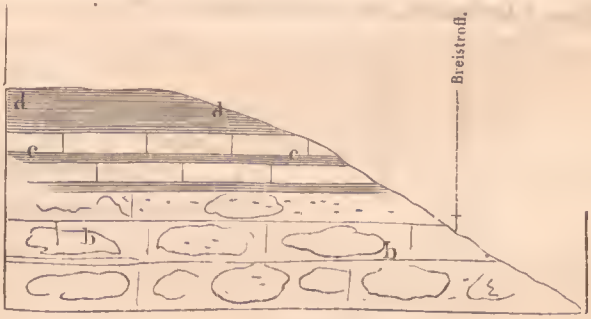
qui représente à la fois les diverses relations qu'ont entre elles les couches que l'on observe dans ces deux localités. ABCDE se rapporte à la coupe d'Usselskirch, AB'CD'E' à celle de Boust. *aa*, *bb*, *cc*, *dd*, représentent d'ailleurs les mêmes assises que dans ces coupes.

Dans cette figure, les marnes du lias moyen recouvrent les calcaires à Gryphées arquées, et le tout se trouve en contact avec les grès. Évidemment il ne peut y avoir de niveau d'eau que lorsque l'une des assises liasiques se trouvera en contact avec les argiles sableuses que recouvre le grès d'Hettange.

Entre Parthe et Breistroff, la Société a constaté la présence

du calcaire à *Belemnites niger* avec ses fossiles ordinaires, *Ammonites fimbriatus*, *A. planicosta*, etc., à un niveau bien inférieur à celui du grès qui continue à constituer le promontoire qui s'étend d'Hettange au N. un peu E. Ces calcaires et les marnes qui les accompagnent se montrent coupés sur la route à des niveaux différents. Les marnes sont ondulées, tourmentées ; elles dépassent bien évidemment la base du grès, mais elles ne donnent lieu à aucun niveau d'eau. Tout cela se comprend très bien en admettant la continuation de la faille indiquée par les faits précédents.

Toutefois, bien que ces faits fussent déjà d'une évidence suffisante, toute incertitude, toute hésitation dut cesser, lorsque, à la sortie de *Breistroff*, nous vîmes la route couper d'abord les *grès d'Hettange*, puis le *calcaire à Gryphées arquées*, pétri de Gryphées, puis enfin le *calcaire à Bélemnites*, ou le lias moyen. Ces couches se montrent en superposition immédiate ; les caractères minéralogiques, les fossiles, s'y présentent dans leur état normal ; chacun de nous s'inclina devant les faits, comme le fera certainement tout géologue qui visitera cette localité.



b b Grès d'Hettange.
c c Calcaire à Gryphées arquées.
d d Marnes à *Ammonites fimbriatus*.

Dans le calcaire à Gryphées arquées, où les Gryphées, qui s'y trouvent en grande quantité, sont très bien conservées, les unes dans la roche, les autres dans les marnes, nous avons remarqué une couche remplie de *Terebratula variabilis*, caractéristique, comme on sait, de cet étage. D'ailleurs il s'agit

bien ici de l'*Ostrea arcuata* et non de l'*O. Macculloch ii*, ou de l'*O. obliquata*, ou de toute autre. Les échantillons que la Société a recueillis ne permettent pas le doute.

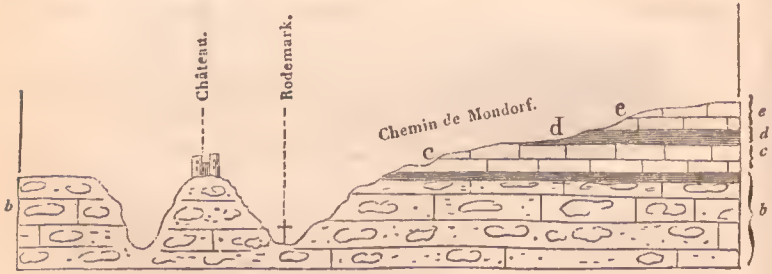
Dans les marnes à Bélemnites abondent l'*Ammonites fimbriatus*, l'*A. planicosta*, le *Belemnites clavatus*, etc.

La stratigraphie et la paléontologie se trouvent ainsi parfaitement d'accord, et c'est là, comme l'a dit un illustre géologue (1), *la sanction la plus certaine que puisse avoir l'exactitude d'une classification géologique.*

Ainsi donc il est bien constaté : 1° que le grès d'Hettange est recouvert immédiatement par le calcaire à Gryphées arquées normal ; 2° que celui-ci l'est par les marnes à *Belemnites clavatus* et à *Ammonites fimbriatus*, comme cela a lieu partout ; 3° que si, le long de la bande de grès qui s'étend d'Hettange à Mondorf, on voit, soit le calcaire à Gryphées arquées, soit le calcaire à Bélemnites, à un niveau inférieur au grès, cela tient à ce qu'il y a une faille dont la direction est probablement parallèle au promontoire de grès.

La suite de l'excursion de la Société n'a fait que confirmer la conclusion que nous venons de poser.

Ainsi, à Rodemack, on voit la coupe suivante :



b b Grès d'Hettange.
c c Calcaire à Gryphées arquées.
d d Marnes à *Ammonites fimbriatus*.
e e Calcaire à Gryphées cymbiennes.

Le village est situé au pied d'escarpements du grès d'Hettange qui l'entourent, et dont l'un, placé au centre et isolé des

(1) M. Élie de Beaumont, *Notice sur les systèmes de montagnes*, t. I, p. 462 (1852).

autres, supporte le château. En sortant de Rodemack pour aller à Mondorf, nous avons rencontré au-dessus du grès une grande quantité d'*Ostrea arcuata*, de fragments d'*Ammonites bisulcatus*, et d'autres fossiles du même horizon. Le sol continuant à s'élever, les champs sont devenus beaucoup plus argileux, et alors est apparu l'*Ammonites fimbriatus*. Enfin, l'*Ostrea cymbium* s'est offert à nous en abondance au sommet du plateau; la succession est donc complète et toujours dans le même sens que nous l'ont présentée les précédentes observations. Néanmoins en allant à Puttelange, nous avons vu le même grès former un escarpement qui domine le coteau calcaire à *Ostrea cymbium*. C'est un nouvel exemple d'une faille analogue à la première, et il y en a bien d'autres dans cette contrée, qui est fort accidentée et paraît avoir été fracturée en divers sens. L'étude de ces dislocations serait extrêmement intéressante, mais elle demandait plus de temps que nous n'en avions à notre disposition.

Séance du 9 *septembre* 1852.

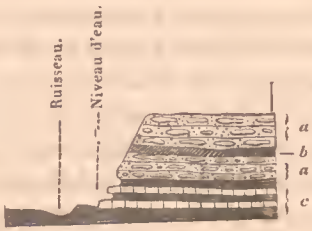
La séance est ouverte à trois heures et demie du soir, à Luxembourg, dans l'hôtel de Cologne, sous la présidence de M. Vaultrin.

M. Hébert a la parole pour rendre compte des excursions de la journée. Il rappelle qu'à Mondorf le puits de l'établissement de bains a traversé d'abord le calcaire à Gryphées arquées, puis le grès.

Le grès se continue depuis Mondorf jusqu'à Altwisse; entre Altwisse et Aspelt, la vallée est ouverte évidemment par fracture dans le grès, dont les parois restent verticales de chaque côté de la manière suivante:

a Grès d'Hettange.

Un peu plus loin, près d'Aspelt, on voit la base du grès d'Hettange; à la partie inférieure se trouve un lit de Cardinies, puis au-dessous des marnes noires alternant avec des grès tendres et formant niveau d'eau.



a Grès d'Hettange.
b Couches à Cardinies.
c Marnes noires alternant avec du grès tendre.

A Hespérange, la vallée est profondément encaissée dans le grès coupé verticalement de chaque côté. Le banc coquillier d'Hettange s'y voit très bien; il est rempli de fossiles. On y remarque aussi un lit de Cardinies, à un niveau supérieur au précédent, dans lequel les Cardinies sont toutes parfaitement conservées et ont encore les valves réunies, tandis que les fossiles marins qui s'y trouvent mélangés, comme la *Lima gigantea*, et quelques Gryphées arquées non adultes, ont les valves détachées.

Ici, comme à Hettange, on trouve dans le grès des échantillons qui se rapportent évidemment à l'*Ostrea arcuata*. Jusqu'ici, il est vrai que les échantillons que nous avons vus sont moins développés que dans le calcaire à Gryphées arquées : le crochet n'est pas entier; il porte l'empreinte du corps sur lequel la coquille était fixée, ce qui ne veut pas dire qu'on ne puisse rencontrer dans le grès des Gryphées arquées parfaitement identiques avec celles du calcaire à Gryphées arquées lui-même. La Gryphée arquée a commencé à vivre à l'époque du grès d'Hettange; elle s'est développée et a multiplié à un point extraordinaire à l'époque du calcaire marneux auquel elle a donné son nom.

La Société a atteint Luxembourg sans quitter pour ainsi dire le grès d'Hettange.

A peine arrivés, plusieurs membres de la Société recueillirent sur les glacis de la ville des Gryphées arquées parfaitement adultes et bien conservées, mais, à vrai dire, personne n'avait besoin de cette nouvelle confirmation. On aurait volontiers sacrifié Helmsingen sans l'insistance de quelques uns d'entre nous.

Si l'on arrive à Helmsingen par la rive droite de l'Alzette, on voit un peu avant d'arriver au village un ravin ouvert dans les *marnes irisées*. Sur ces marnes irisées se trouvent des marnes gris bleuâtre feuilletées ayant quelque chose du facies liasique, et que recouvrent des bancs de grès calcaires alternant avec des marnes jaunâtres. Nous y avons rencontré l'*Ammonites torus*, d'Orb. (*Ammonites Jonhstoni*, Sow.), fossile caractéristique de l'infra-lias de Valognes et de Semur, mais point du calcaire à Gryphées arquées, auquel cette assise marneuse ne ressemble nullement. Ces marnes, alternant avec des lits de grès sont identiquement celles que nous avions déjà observées à Aspelt.

Le grès de Luxembourg repose sur ces couches marneuses, et il offre en ce point des assises pétries des mêmes fossiles qu'à Hettange.

A la surface du sol, sur les marnes irisées comme sur les grès et les assises marneuses qui sont au-dessous, on rencontre des fragments épars que l'on pourrait peut être rapporter au calcaire à Gryphées arquées, mais qui évidemment sont roulés et viennent de la partie supérieure.

Ainsi donc, en résumant :

Le grès du Luxembourg et celui d'Hettange sont tout à fait identiques aussi bien sous le rapport des fossiles que sous le rapport des caractères minéralogiques, et tous deux sont recouverts par le calcaire à Gryphées arquées. Ils représentent les couches à Cardinies de Semur et d'Avallon ou l'infra-lias de Bourgogne, et le grès de Beaupte et d'Osmanville ou l'infra lias du Cotentin. Ils se lient d'ailleurs intimement au calcaire à Gryphées arquées qui les recouvre, et déjà ils en contiennent certains fossiles, comme l'*Ostrea arcuata* et le *Lima gigantea*.

A la suite de ce compte rendu, M. Hébert revient sur l'ob-

servation qu'il a eu occasion de faire à Hettange d'un lit de galets de grès calcaires percés par des coquilles perforantes, et sur lesquels des Gryphées arquées étaient fixées. Cette assise, faisant évidemment partie intégrante du calcaire à Gryphées arquées, prouverait qu'à l'époque de ce dépôt les eaux dans lesquelles il s'effectuait se sont trouvées en ce point agitées de mouvements plus violents qu'aux époques voisines, antérieures ou postérieures. Ce changement marquerait le passage de l'époque du grès infra-liasique, caractérisée par une grande abondance de coquilles vivant sur la côte ou sous des eaux peu profondes, comme les gastéropodes, à l'époque du calcaire à Gryphées arquées où l'abondance des grands céphalopodes et des brachiopodes et l'absence presque absolue des gastéropodes indiquent des eaux profondes, des conditions, en un mot, toutes différentes.

Le grès infra-liasique auquel Hettange appartient est un dépôt littoral. Les cailloux roulés, les sables y ont été agglutinés par les eaux légèrement chargées de carbonate de chaux. Des affluents d'eau douce ont permis aux Cardinies, aux Néritines d'y vivre. Ces mêmes conditions se sont présentées au pied des montagnes du Morvan, des terrains anciens du Cotentin. C'est un dépôt parfaitement identique avec lui-même sur des points bien éloignés, aussi bien que les dépôts qui lui ont succédé, le calcaire à Gryphées arquées d'abord, puis les marnes à Bélemnites, etc. Le grès d'Hettange n'est donc pas une anomalie dans la série géologique : c'est une confirmation des observations faites dans tous les pays sur la constitution du système liasique.

La séance est levée à cinq heures du soir, et la Société se met immédiatement en route pour Remich où elle doit passer la nuit.

Séance du 10 *septembre* 1852.

La séance est ouverte à neuf heures du soir, à Merzig, sous la présidence de M. Vaultrin, vice-président.

Sur l'invitation de M. le président, M. Jacquot rend compte,

dans les termes suivants, des faits qui ont été observés sur la route de Merzig à Saarbourg, puis sur celle de cette ville à Merzig.

La petite ville de Remich est située sur la rive gauche de la Moselle, dans un pays de collines assez basses, aux formes arrondies, lesquelles appartiennent aux marnes irisées. Le chemin que l'on suit pour se rendre à Saarbourg se dirige d'abord à peu près perpendiculairement à la Moselle, vers la route de Sierck à cette ville qu'il rencontre près de Kirf. Ce chemin montre, jusqu'au petit hameau de Sinz, les marnes irisées que l'on observe tout autour de Remich ; elles renferment quelques lits de calcaire dolomitique, et sont recouvertes, sur les bords de la Moselle, par un diluvium dont l'élément principal est formé de galets de quartz d'un blanc laiteux. Tout près de Sinz apparaissent les premières assises du muschelkalk ; elles consistent en une dolomie grenue, sans fossiles, de couleur grisâtre ; on la suit tout le long de la côte assez rapide sur laquelle le chemin s'élève jusqu'à la route de Sierck. Parvenu en ce point, on domine toute la contrée, et l'on peut prendre un aperçu de sa constitution topographique et géologique. A l'E., les croupes boisées du Hundsruck s'abaissent sensiblement et se perdent sous un plateau dont le sol est occupé par le grès bigarré, et la base par le grès des Vosges. On a à ses pieds les affleurements du muschelkalk, lesquels déterminent sur ce plateau une saillie très prononcée, dont on voit la crête se prolonger à une grande distance tant au N. qu'au S. Dans la direction de Remich, c'est-à-dire vers l'O., le sol s'abaisse au contraire d'une manière insensible, et, par une disposition qui se reproduit fréquemment en Lorraine, les assises du muschelkalk, s'inclinant dans le sens de la pente du terrain, viennent passer sous les marnes irisées qui s'étendent à leur pied.

La route de Sierck, que la Société venait de rencontrer près de Kirf, descend constamment jusqu'à Saarbourg, et, comme elle se trouve construite en déblais, elle met bien à jour les diverses formations que nous venons de citer. Elle a pu remarquer, dans le muschelkalk, de gros bancs calcaires tout criblés de débris d'Encrines qui leur donnent une texture lamellaire ; des marnes grises et des glaises bigarrées que l'on

prendrait au premier aspect pour des marnes irisées. Ces glaises, qui constituent déjà le passage du muschelkalk au grès bigarré, s'observent dans le village même de Kirf, et elles correspondent ici, comme dans beaucoup d'autres localités, à un niveau d'eau très constant qui donne lieu à de belles sources. Le grès bigarré paraît ensuite ; il présente deux étages : le plus élevé est formé d'assises gréseuses et dolomitiques remplies de paillettes de mica et extrêmement fissiles ; l'étage inférieur est composé au contraire de gros bancs de grès, à grains fins, qui fournissent une belle pierre de construction. Enfin, un peu avant Saarbourg, le terrain de transition, représenté par des schistes argileux, se montre en couches fortement relevées au-dessous du grès des Vosges, lequel, comme toutes les formations qui lui sont superposées, s'écarte peu de la position horizontale.

Cette ville est bâtie en amphithéâtre sur les bords de la Sarre ; elle est dominée au N., à l'O. et au S. par des collines escarpées qui appartiennent au terrain de transition. Dans celle sur laquelle s'élève le vieux château de Saarbourg, on remarque un filon de diorite, qui paraît avoir modifié les schistes avec lesquels il est en contact. Ces schistes sont en couches redressées sous des angles considérables ; ils affectent la direction assez constante du terrain du Hundsruck, qui est N. 60° E.

De Saarbourg, la Société s'est rendue à Merzig en suivant la grande route qui ne présente rien de bien remarquable. Le plateau sur lequel elle s'élève, et où est situé le gros bourg de Freudenburg, est recouvert par les assises supérieures du grès bigarré. En descendant à Metloch, dans la vallée de la Sarre, on rencontre successivement le grès vosgien et le terrain de transition qui présente dans cette localité une assez grande épaisseur de quartzites. La Société est arrivée trop tard à Metloch pour pouvoir visiter les spilites qui s'observent à droite de la route entre Ponten et Dreisbach.

Séance du 11 *septembre* 1852.

La séance est ouverte à huit heures et demie, à Lebach, sous la présidence de M. Vaultrin, vice-président. MM. de Buch, de Dechen, directeur général des mines de la province rhénane, et

Schwartz, ingénieur des mines, qui ont fait à la Société l'honneur de se rendre à Lebach, pour la diriger dans la course du lendemain, assistent à la séance.

Sur l'invitation de M. le président, M. Jacquot rend compte, dans les termes suivants, de l'excursion de la journée.

L'excursion avait pour objet principal la visite du Littermont, montagne porphyrique qui s'élève au milieu du terrain houiller, à moitié chemin de Merzig à Lebach. Pour s'y rendre, la Société a suivi la vallée au fond de laquelle se trouve le village de Merchingen ; elle a traversé le plateau qui s'étend entre Merchingen et Honzradt ; puis elle est descendue à Düppenweiler, village qui est situé au pied septentrional du Littermont. Dans ce trajet, elle a retrouvé toutes les formations qu'elle avait observées la veille : le grès des Vosges d'abord, formant la base du plateau qui sépare Merzig de Honzradt ; le grès bigarré se présentant à mi-côte, puis le muschelkalk qui couronne les hauteurs. C'est la partie supérieure de ce dernier terrain représentée par des assises minces d'un calcaire gris de fumée, alternant avec des marnes, qui forme le sol du plateau ; on y trouve des fossiles, et en particulier la *Terebratula vulgaris*. En descendant à Honzradt, on traverse les mêmes terrains dans l'ordre inverse ; on observe de grandes carrières dans de gros bancs de calcaire conchylien chargés de débris d'Encrines, et d'autres à un niveau plus bas dans la partie inférieure du grès bigarré. Le village de Honzradt repose sur le grès des Vosges qui présente le long de la route un escarpement dans lequel on a ouvert de nombreuses caves. La stratification de ces couches est à peu près horizontale.

De Honzradt à Düppenweiler, on traverse une chaîne de collines dont l'élévation s'éloigne peu de celle dont il vient d'être question ; on n'y rencontre que des grès presque désagrégés, et des poudingues qui appartiennent au grès vosgien, ce qui prouve que la vallée, profondément encaissée dans laquelle est placé le premier village, correspond à une faille qui suit sa direction.

Au S.-O. de Düppenweiler, on trouve, intercalée dans cette formation, une roche à structure grenue, de couleur violacée, renfermant quelques cristaux de feldspath labrador et de pe-

tites amygdaloïdes de carbonate de chaux. Cette roche, qui, par sa composition et son gisement, se rapproche des mélaphyres bien caractérisés que l'on observe sur d'autres points du bassin de Sarrebruck, est pénétrée, dans les parties qui sont en contact avec le grès vosgien, de petites veinules de quartz jaspé d'un beau rouge. Ces veinules proviennent-elles, comme quelques géologues le pensent, de fragments de grès vosgien qui ont été empâtés et transformés lors de l'épanchement de la roche éruptive, ou bien ont-elles été produites à la manière des agates? C'est ce qu'il est difficile de décider. Toujours est-il que l'intercalation de ce petit lambeau de mélaphyre au milieu du grès des Vosges prouve que les éruptions de cette roche, qui paraissent avoir commencé immédiatement après le dépôt du terrain houiller, ont continué encore après la formation de ce grès.

L'ascension du Littermont a eu lieu par le flanc méridional de la montagne. La Société a d'abord suivi le chemin d'Hutterdorf, laissant à gauche un petit lambeau de terrain de transition qui paraît sur la berge du ruisseau de Düppenweiler, et marchant sur les tranches de bancs fortement relevés de poudingues à grosses parties, elle a passé devant la galerie principale d'une ancienne mine de cuivre, qui produisait des carbonates vert et bleu, du cuivre oxydé brun et de la pyrite cuivreuse. Cette mine se trouve déjà dans le terrain porphyrique. Il consiste là en brèches formées de fragments anguleux de porphyre quartzifère, en partie décomposés et réunis sans ciment; on suit ces brèches presque jusqu'au sommet de la montagne. C'est au milieu d'elles que gît le filon, ou plutôt l'amas de Valbersack, qui est rempli par de la dolomie lamellaire, extrêmement poreuse, d'un gris jaunâtre ou rougeâtre. L'amas a une épaisseur de 7 à 8 mètres, et il a été reconnu sur une longueur d'environ 80 mètres; outre la dolomie, il renferme, sous forme d'amandes ou de simples taches, de la baryte sulfatée, du carbonate de cuivre, du quartz en cristaux et du carbonate de fer, lequel est assez abondant en certains points pour que la roche devienne un véritable minerai. On exploite la dolomie de Valbersack pour en faire de la chaux hydraulique.

Le porphyre paraît un peu plus haut dans la montagne ; plusieurs carrières sont ouvertes sur cette roche, qui présente, dans une pâte feldspathique d'un gris un peu rougeâtre, du feldspath en petits cristaux opaques d'un blanc mat, et des lamelles de mica d'un noir foncé ; elle renferme, avec une assez grande abondance, de petits grenats d'un jaune brunâtre en cristaux dodécaédriques.

Mais ce que le Littermont présente de plus remarquable, et ce qui était particulièrement propre à fixer l'attention de la Société, ce sont les roches que l'on observe à la pointe la plus élevée de cette montagne et sur le flanc qui regarde la ville de Sarrelouis. La plus grande partie de ces roches est uniquement composée de quartz grenu d'un blanc mat ; mais on distingue aussi, dans quelques uns, des galets quartzeux de couleur claire, qui se fondent plus ou moins complétement dans la pâte. Elles sont toutes d'une extrême dureté ; elles ont quelque analogie avec certains poudingues des terrains de transition. Ce sont, à n'en pas douter cependant, des poudingues houillers qui sont soulevés, ramollis et transformés par la roche éruptive sur laquelle ils reposent, car ils se rattachent, par des passages insensibles, à ceux qu'on observe sur tout le flanc méridional de la montagne.

Du Littermont, la Société s'est dirigée vers Aussen, où il existe un autre îlot de terrain porphyrique, qui a été coupé sur une assez grande hauteur pour le passage de la route rectifiée de Sarrebruck à Trèves. C'est le même porphyre que celui du Littermont ; il renferme, en face de la fonderie de Bettingen, un gîte de cuivre qui a donné lieu à quelques recherches, et qui présente une particularité assez intéressante : le minerai, consistant en cuivre carbonaté vert et bleu, oxydule de cuivre, sulfure noir, se trouve disséminé sous forme de taches et de petites veinules, non seulement dans la gangue du filon, mais encore dans la roche encaissante.

Le village d'Aussen est bâti à la limite de l'îlot porphyrique dont il vient d'être question, et de grès presque incohérents, bigarrés de gris et de rouge, et renfermant des lits de rognons dolomitiques. Ces grès paraissent devoir être rapportés à la partie la plus élevée du terrain houiller de la Sarre ; ils sont

en couches horizontales, et reposent, à stratification concordante, sur des argiles schisteuses avec minerais de fer, que l'on ne tarde pas à rencontrer lorsqu'on se rend d'Aussen à Lebach. C'est par l'étude de ces argiles et du gisement remarquable de fossiles qu'elles renferment, que la Société a terminé son excursion. Elle s'est rendue pour cela aux principales exploitations de minerai qui sont ouvertes sur les deux flancs de la vallée du Saubach. Là, elle a observé, au milieu d'argiles qui présentent rarement de la schistosité et se délitent en fragments irréguliers, de nombreux rognons aplatis de fer carbonaté lithoïde, couchés dans le sens de la stratification. Ces rognons sont bien connus par les belles empreintes de poissons qu'ils renferment; celles que l'on rencontre le plus fréquemment appartiennent aux genres *Amblyterus macropterus*, *latus*, *cupteryglus*, *lateralis* et à l'*Achanthoides Bronnii*. Le centre de quelques uns de ces rognons est formé par des débris de dents et d'arêtes de poissons au milieu desquels il n'est pas rare de trouver de la pyrite de fer et de la blende. Plusieurs membres de la réunion ont pu recueillir de beaux échantillons de ces diverses espèces de fossiles.

Séance du 12 *septembre* 1852.

La séance est ouverte à huit heures, à Waderu, sous la présidence de M. Vaultrin, vice-président. M. Daubrée a la parole pour rendre compte des faits qui ont été observés dans la journée; il le fait dans les termes suivants :

Le but principal de la course a été l'ascension du Schaumberg, montagne de mélaphyre qui s'élève presque abruptement au N. du gros bourg de Tholey. Pour s'y rendre en partant de Lebach, on suit la route de Tholey qui ne quitte point les argiles avec minerais de fer, observées la veille dans la vallée du Saubach, et on a constamment à sa gauche une chaîne de collines élevées, dont le sommet est couronné par des masses de mélaphyre aux formes ardues. Le Schaumberg, placé à l'extrémité de cette chaîne, du côté de l'E., en forme le point culminant; sa hauteur au-dessus du niveau de la mer est de 594 mètres, et au-dessus de Tholey d'environ 200 mètres. La

masse entière de cette montagne est formée par un mélaphyre d'un noir brunâtre ou verdâtre, renfermant des cristaux de labrador et d'augite, et un peu de fer oxydé titané. Quelques parties sont profondément altérées, et se présentent sous la forme de boules sphéroïdales qui sont entourées d'écailles concentriques s'écrasant facilement sous la pression des doigts et donnant un sable d'un vert clair un peu jaunâtre.

Ce que le Schaumberg présente de plus remarquable, ce sont les modifications qu'offrent les lambeaux d'argiles schisteuses dépendant du terrain houiller qui, ayant été soulevés par le mélaphyre, se trouvent à diverses hauteurs dans la montagne.

Ces modifications présentent divers degrés. Le plus souvent les schistes sont devenus plus consistants; ils ont pris une teinte d'un rouge foncé, due à la déshydratation de l'oxyde de fer qu'ils renferment. Une chaleur plus intense en a fait des roches extrêmement dures, à cassure conchoïde, un peu esquilleuse, ressemblant à des laitiers de hauts-fourneaux, et présentant diverses nuances grises et verdâtres disposées par bandes parallèles. Ces dernières roches paraissent notamment non loin de la ferme du Schaumberg, où elles sont exploitées pour l'entretien des routes.

La Société a été guidée dans la course du Schaumberg par M. de Dechen.

Revenue à Tholey, elle s'est dirigée vers Wadern, en suivant la route qui passe par Theley, Crettnich et Dagstuhl. Elle n'a pas tardé à rencontrer, au dessus des argiles avec minerais de fer, les grès feldspathiques, bigarrés, qu'elle avait déjà vus à Aussen : ils couvrent toute la plaine au milieu de laquelle est situé Theley. Un peu au delà de ce village, le sol devient tout à coup très accidenté; la route qui suit la vallée de l'Imsbach est encaissée dans des collines abruptes et arides, de couleur rouge foncé, qui sont presque entièrement formées de poudingues à très grosses parties, à galets grossièrement arrondis, qui proviennent de toutes les roches du voisinage, sans en excepter les mélaphyres. La pâte de la roche est un grès très ferrugineux, souvent taché par de l'oxyde de manganèse. C'est immédiatement après avoir traversé un dyke de spilite que la route, qui

est presque constamment en déblais, entre dans ces poudingues qui ne peuvent plus être rapportés au terrain houiller, et qui offrent tous les caractères du nouveau grès rouge. On ne les quitte plus jusqu'à Wadern. Au S. de Crettnich, ils renferment un filon d'oxyde de manganèse, qui a été reconnu et exploité sur une assez grande longueur. Le minerai est de la pyrolusite disséminée en petits cristaux et en masses cristallines dans une gangue argileuse qui renferme quelques galets de quartz, du calcaire spathique et de la baryte sulfatée. Ce filon présente une circonstance de gisement assez remarquable. L'oxyde de manganèse ne se trouve pas seulement dans la gangue; il forme encore des nids et de petites veinules dans les poudingues qui se trouvent au mur du filon.

Les mélaphyres se montrent en de nombreux points de la route que la Société a suivie. Derrière les premières maisons de Lockweiler, elle a vu un gîte de spilite épais de quelques mètres seulement, recouvrant un poudingue à petites parties, dont la presque totalité des éléments était empruntée à une roche semblable, ce qui prouve d'une manière incontestable que les épanchements de mélaphyre ont eu lieu pendant toute la période de trouble durant laquelle le nouveau grès rouge s'est formé, et qu'ils ont continué après cette formation.

Un peu avant Wadern, la route coupe le monticule de spilite sur lequel est assis le vieux château du Dagstuhl. Il renferme, dans cette localité, une grande quantité d'amygdaloïdes qui sont remplies de minéraux divers, quartz, chaux carbonatée, dolomie, chlorite. C'est du reste une roche dont la composition, assez indistincte, ne peut être préjugée que par analogie; elle est accompagnée de variétés celluleuses extrêmement légères, qui ressemblent à des scories volcaniques. La Société a suivi ce terrain jusqu'à Wadern qui était le terme de la course.

Séance du 14 septembre 1852.

La séance est ouverte à neuf heures, à Sarrebruck, sous la présidence de M. Vaultrin, vice-président. On remarque parmi les personnes présentes plusieurs ingénieurs des mines prus-

siens, qui ont profité du passage de la Société dans cette ville pour resserrer les liens de bonne confraternité qui unissent les géologues de tous les pays. Ce sont : MM. de Carnall, directeur général de l'administration des mines à Berlin ; de Dechen, directeur général des mines de la province rhénane et de la Westphalie ; Krug de Nidda, directeur du bergamt de Siegen, et Sello, directeur du bergamt de Sarrebruck. M. Léopold de Buch honore aussi la réunion de sa présence.

M. Jacquot, sur l'invitation de M. le président, rend compte, de la manière suivante, des excursions des deux dernières journées :

Le but de l'excursion du 13 septembre était le Gallienberg, montagne située au N.-O. d'Oberstein et près d'Algenroth, qui renferme le gisement d'agates le plus connu et le plus important de la contrée. La Société s'y est rendue en passant par Nonweiler, et en suivant ensuite la route de Trèves à Kreuznach qui traverse la petite ville de Birkenfeld. De Wadern à Nonweiler, on reste presque constamment sur le nouveau grès rouge dont on voit une belle coupe sur la route près d'Ober-Lösteren. Ce sont des poudingues à grosses parties dont les éléments proviennent exclusivement des spilites du voisinage.

Un peu avant Nonweiler, le terrain houiller se montre au-dessous du grès rouge ; il est représenté par les argiles avec minerais de fer carbonatés que la Société a déjà vues près de Lebach. Ce village est situé au pied du Hundsruck, à la limite du terrain de transition et du terrain houiller, qui présentent là une discordance de stratification bien marquée. On voit en effet, au-dessous de l'église de Nonweiler, des bancs de quartzite qui sont dirigés N. 60° E., avec une forte inclinaison vers le N.-O., tandis que les argiles schisteuses de la formation houillère plongent vers l'E. sous un angle faible.

Ces argiles sont assez développées au pied du Hundsruck, entre Nonweiler et Brikenfeld ; le minerai qu'elles renferment est exploité tout le long de la route que la Société a suivie, à Otzenhausen, Braunshausen, Schwarzenbach et Buhlenberg. Elles sont constamment recouvertes, à droite de cette route, par le nouveau grès rouge qui forme des montagnes dont le sommet atteint l'altitude de 600 mètres au-dessus du niveau

de la mer. La limite des deux terrains est constamment accusée par un dyke rectiligne de mélaphyre, que l'on peut suivre depuis le château du Dagstuhl jusqu'aux portes de Birkenfeld. Ce dyke, très peu puissant, détermine, sur le flanc des collines placées à droite de la route, une saillie très prononcée; la roche conserve les caractères qu'elle a près de Wadern. Entre Eisen et Achtelsbach, le filon a été coupé pour la construction de la route; son épaisseur se réduit à quelques mètres: il est immédiatement recouvert par des argilolithes qui appartiennent au nouveau grès rouge.

De Birkenfeld à Oberstein, la route suit une bande étroite de terrain houiller qui est limitée au N. par le terrain de transition du Hundsruck, et qui se perd au S. sous la nappe de mélaphyre qui couvre tout le pays, extrêmement accidenté, compris entre cette dernière ville, Cusel et Saint-Wendel. La Société s'est arrêtée à Algenroth pour visiter les exploitations d'agates qui sont ouvertes sur le flanc occidental du Gallienberg, à quelques centaines de mètres au N.-O. de ce village. La roche qui renferme les agates est un véritable porphyre à pâte d'un brun foncé, sur laquelle se détachent très nettement des cristaux de feldspath labrador à éclat vitreux. Elle renferme une multitude d'amygdaloïdes de toutes grosseurs, depuis celle d'une tête d'épingle jusqu'à un pied cube, dimension qu'elles atteignent cependant bien rarement; elle est souvent décomposée.

Les membres de la réunion ont pu recueillir, sur les déblais des exploitations d'agates, les minéraux que l'on rencontre le plus habituellement dans les amygdaloïdes; ce sont: le quartz, soit à l'état d'agate, de calcédoine et de cornaline, soit en cristaux améthystes ou hyalins; la chaux carbonatée lamellaire ou en cristaux groupés au centre des amygdaloïdes d'agate, la dolomie saccharoïde, le fer carbonaté, plusieurs espèces de chlorite vertes et bleues, et enfin des hydroxydes de fer recouvrant, à l'état terreux, d'autres minéraux.

Du Gallienberg, la Société s'est rendue à Idar, où elle a pris connaissance du travail des agates dans une des nombreuses usines que renferme la vallée où est situé ce bourg. Elle a terminé l'excursion de la journée à Oberstein, petite ville qui est

bâtie dans la vallée de la Nahe, au pied de montagnes abruptes formées par une roche amygdaloïde analogue à celle du Gallienberg, et elle est rentrée dans la nuit à Birkenfeld par la route qu'elle avait suivie.

Le 14 septembre, la Société s'est rendue de Birkenfeld à Sarrebruck, en passant par Saint-Wendel, Ottweiler et Neunkirchen. Dans ce trajet, elle a rencontré d'abord, un peu au S. de Birkenfeld, les porphyres quartzifères qui forment les flancs de la vallée profondément encaissée dans laquelle coule la Nahe. L'établissement de la nouvelle route de Birkenfeld à Saint-Wendel a déterminé dans cette formation une belle coupe qui présente des alternances de brèches porphyriques et de porphyre. Les roches de cette localité diffèrent sensiblement de celle qui a été observée au Littermont ; elles ne présentent point de traces de cristallisation, et renferment seulement, dans une pâte feldspathique, grenue, de couleur uniforme, rosée ou rougeâtre, des noyaux sphériques de feldspath grisâtre, et quelques rares paillettes de mica. La route reste dans ces porphyres jusqu'au delà de Nohfelden; après quoi elle rentre dans le terrain houiller dont elle traverse tous les étages, en commençant par les plus élevés, jusqu'à Neunkirchen, où se montrent les couches les plus anciennes de la formation. Les grès feldspathiques, peu cohérents, de couleur bigarrée, qui en constituent la partie supérieure, apparaissent au delà de Wolfersweiler. Les argiles avec minerai de fer carbonaté lithoïde viennent ensuite ; elles se montrent dans les environs de Saint-Wendel. Entre cette ville et Ottweiler, on traverse un étage très épais de grès rougeâtres, micacés ; ils sont assez consistants, et sont exploités, pour les constructions, dans plusieurs carrières situées le long de la route. Ils renferment, au N. d'Ottweiler, une petite couche de calcaire compacte, d'un gris noirâtre, qui est le seul gîte de cette espèce dans le bassin de la Sarre. Enfin, un peu au delà de cette ville, la houille commence à paraître au milieu d'argiles schisteuses grises et noires ; mais c'est surtout dans la bande de terrain située le long de la route de Neunkirchen à Sarrebruck que les couches de combustible deviennent abondantes et donnent lieu à des exploitations considérables. La Société a pu voir, dans les tranchées du chemin

de fer en construction dans la vallée du Sulzbach, combien ces couches étaient nombreuses et rapprochées ; elle a aussi remarqué que l'inclinaison des couches, qui est très faible dans la partie supérieure du terrain houiller, devient ici très considérable. Elle a passé successivement devant les mines de Neunkirchen, Friedrichsthal, Saint-Ingbert, Sulzbach, Düttweiler et Jägersfreude.

La colline qui domine l'entrée de l'avant-dernière exploitation est connue sous le nom de *Brenberg*, nom qu'elle tire d'un incendie allumé depuis un siècle et demi dans une des couches de houille, et qui dure encore aujourd'hui. Les modifications très remarquables qu'a produites la chaleur développée par la combustion dans l'argile schistense, qui forme le toit de la couche, ont engagé la Société à se rendre sur le point où on peut les observer. C'est une excavation de 200 mètres de longueur et de 15 mètres de profondeur environ, qui a été produite par l'exploitation des affleurements et la destruction des étançons qui soutenaient le toit. Dans la paroi tournée du côté de la mine, des gaz chauds sortent à travers les interstices de la roche, amenant avec eux de la vapeur d'eau ; les bouches par lesquelles ils se dégagent sont tapissées d'efflorescences salines qui consistent en sulfates de fer et d'alumine et en sels ammoniacaux. L'argile schisteuse, qui était primitivement grise et peu consistante, est devenue très dure, de couleur rougeâtre ; certains échantillons présentent une structure rubannée, et offrent une grande analogie avec quelques uns de ceux que la Société a observés au Schaumberg, près Tholey. Dans ces deux localités, des causes identiques ont produit des effets analogues.

La route de Duttweiler à Sarrebruck ne présente rien de remarquable ; elle montre seulement, à une petite distance de cette ville, le grès des Vosges reposant à stratification discordante sur le terrain houiller. La limite des deux formations est accusée par un niveau de sources dont la présence doit être attribuée à l'extrême perméabilité du grès vosgien, et à l'existence, dans le terrain qui lui est inférieur, de couches argileuses qui sont parfaitement étanchées.

Séance du 15 septembre 1852.

La séance est ouverte à neuf heures, à Saint-Avold, sous la présidence de M. Vaultrin, vice-président.

M. Jacquot a la parole pour rendre compte de l'emploi de la journée.

Il rappelle que dans la matinée la Société a été admise à visiter la belle collection de plantes fossiles de la flore houillère, qui a été recueillie dans le bassin de Sarrebruck par M. Goldenberg, et qui se compose de plusieurs centaines d'échantillons, parmi lesquels elle a remarqué des espèces nouvelles. Mais ce qui a le plus particulièrement attiré l'attention de la Société, c'est la découverte que ce savant a faite récemment d'insectes au milieu des argiles schisteuses qui renferment la houille. M. Goldenberg a déjà décrit plusieurs de ces insectes ; on a lieu d'espérer que le zèle avec lequel il explore les déblais si riches en fossiles qui proviennent des exploitations de la Sarre amènera la découverte de nouvelles espèces.

M. Jacquot passe ensuite au compte rendu du voyage de Sarrebruck à Saint-Avold, et continue en ces termes :

La route que la Société a suivie s'élève, à partir de Sarrebruck, sur un plateau légèrement ondulé, dont le sol est occupé par la partie moyenne du grès des Vosges ; elle reste dans cette formation jusqu'à Saint-Avold. Immédiatement au-dessus de Sarrebruck, on a une belle coupe dans la partie inférieure du terrain qui présente de gros bancs de grès, à grains de quartz, à ciment ferrugineux, assez consistant, lesquels alternent avec des poudingues. Plus haut on observe au contraire des grès presque incohérents ; ce sont de pareils grès qui recouvrent le plateau sur lequel est situé la petite ville de Forbach. La Société a pu reconnaître, par cette étude sommaire, que les divers étages du grès des Vosges présentaient, comme dans la chaîne de montagnes où ils ont été observés pour la première fois, une grande uniformité de composition.

Parvenue à Forbach, elle a quitté la route pour gravir une chaîne de collines qui s'élève au S. de celle-ci, et qui présente à sa base la partie supérieure du grès des Vosges, et au sommet

les couches les plus élevées du muschelkalk. L'étude des terrains qu'elle renferme a pu se faire avec beaucoup de facilité le long d'un chemin rectifié qui mène à Sarreguemines, et pour la construction duquel on a fait, dans le flanc de la colline, des entailles qui sont encore fraîches. Quand on suit ce chemin, on ne tarde pas à rencontrer, au-dessus des assises les plus élevées du grès des Vosges qui consistent en un sable quartzeux, à peine agrégé, bigarré de gris et de rouge, les gros bancs de grès qui forment la partie inférieure du grès bigarré. Ils sont à grains fins, bien agrégés, de couleur grise et amarante; ils renferment peu de mica. La limite des deux terrains est accusée par un gisement de dolomies à petits rognons, disposés au milieu d'argiles sableuses et bigarrées, qu'elles empâtent en partie, et dont elles empruntent la couleur. Ces dolomies forment à ce niveau un horizon d'une constance remarquable dans toute la partie septentrionale de l'ancienne Lorraine. Aux grès bigarrés inférieurs succèdent des couches gréseuses qui renferment de plus en plus de mica et d'argile, et qui deviennent de plus en plus fissiles. Quelques unes renferment des plantes fossiles; d'autres sont dolomitiques, et on trouve au milieu d'elles de véritables dolomies grenues d'un jaune sale. Ces couches passent, par degrés insensibles, à des argiles bigarrées de gris, de rouge et de vert, qui forment la limite du muschelkalk et du grès bigarré; elles sont très développées dans cette localité. Au-dessus d'elles règnent des marnes grises qui renferment des dolomies remplies d'infiltration de calcaire spathique et du silex sous la forme de rognons. La route passe ensuite devant une grande carrière, où on exploite deux variétés de calcaire: l'une est oolitique; l'autre est lamellaire et renferme de nombreux silex. Ces calcaires sont en bancs assez épais. Enfin, dans les champs, sur le sommet de la côte, on ramasse les fossiles qui caractérisent les couches les plus élevées du muschelkalk, l'*Ammonites nodosus* et la *Terebratula vulgaris;* des débris de ces couches se trouvent pêle mêle avec les fossiles; elles consistent en un calcaire très compacte, de couleur gris de fumée, à cassure légèrement conchoïde.

Revenue à Forbach, la Société s'est dirigée vers Saint-Avold. Dans ce trajet, elle ne s'est arrêtée qu'à Hombourg pour voir

les coupes qu'a nécessitées l'établissement de la voie de fer dans la vallée de la Rosselle. Elles ont mis à jour, près de la station de cette localité, les couches inférieures du grès bigarré représentées par des gros bancs de grès. Contrairement à ce qui arrive dans la plus grande partie de la Lorraine, ces couches sont ici fortement inclinées ; elles plongent vers le N.-E. Un peu plus loin une autre tranchée présente les mêmes bancs inclinés en sens inverse. Ces accidents, qui se reproduisent dans les autres étages de la formation triasique, paraissent être la conséquence du soulèvement de la chaîne du Thuringerwald. On les a observés dans d'autres points du département de la Moselle, tout le long d'une ligne qui est sensiblement parallèle à l'axe de cette chaîne.

Dans une grande tranchée sur le flanc droit de la vallée de la Rosselle, tout près de Hombourg, la Société a bien vu le gîte dolomitique qui se trouve à la séparation du grès bigarré et du grès vosgien ; il forme là plusieurs bancs qui ont plus de 1 mètre de puissance.

Séance du 17 *septembre* 1852.

La séance est ouverte à deux heures, à Metz, sous la présidence de M. Vaultrin, vice-président.

Sur l'invitation de M. le président, M. de Vassart rend compte, dans les termes suivants, des faits qui ont été observés sur la route de Saint-Avold à Metz.

La route reste d'abord dans la partie moyenne du grès des Vosges qu'elle n'a point quittée depuis Forbach ; puis à Longeville, elle s'élève tout à coup sur la chaîne de collines au pied de laquelle elle était tracée. Elle met à jour, dans cette localité, toutes les assises qui ont été observées dans la côte au-dessus de Forbach, le grès vosgien à la base, le grès bigarré au milieu, et au sommet le muschelkalk. Les glaises qui existent à la partie inférieure de cette formation renferment ici une masse peu épaisse de gypse qui a donné lieu autrefois à une exploitation. Un peu plus haut dans la côte, il y a une carrière dans les bancs solides du muschelkalk supérieur, et c'est encore la

variété oolitique qu'on y exploite. Au sommet, on trouve les couches calcaires minces avec intercalations marneuses qui caractérisent la partie la plus élevée du muschelkalk, et par une disposition analogue à celle qui a été signalée près de Saarbourg, on ne les quitte plus lorsqu'on descend par une pente assez rapide sur Bionville. Un peu au delà de ce village paraissent les marnes irisées; elles sont peu développées le long de la route; on y remarque seulement quelques lits de calcaire dolomitique. Le lias se montre ensuite dans la côte de Pont à Chaussy. Les premières assises consistent en un grès quartzeux peu agrégé; puis viennent les premiers bancs du calcaire à Gryphées arquées que l'on exploite pour chaux hydraulique au sommet de la côte. Ces bancs de couleur bleu foncé et les marnes qui les séparent constituent le sol du plateau légèrement déclive qui s'étend jusqu'aux portes de Metz. Il existe, dans le voisinage de cette ville, de nombreuses carrières dans lesquelles les membres de la réunion ont recueilli divers fossiles, et entre autres des Plagiostomes et des Pentacrinites.

Après un résumé succinct dans lequel M. Jacquot rappelle les faits principaux qui ont fixé l'attention de la Société géologique dans la réunion extraordinaire qu'elle a tenue à Metz, M. le président déclare la cession close, et adresse des remercîments aux géologues qui ont conduit la réunion dans ses diverses excursions.

Note sur les eaux thermales d'Hamman Meskhoutin (province de Constantine, Algérie), par M. le docteur E. Grellois (1).

Les eaux minéro-thermales d'Hamman-Meskhoutin sont situées dans la province de Constantine (Algérie), à l'O. et à 16 kilomètres environ de Ghelma.

Elles sont éloignées de Bone et de Constantine (Algérie) d'environ 22 lieues; une distance à peu près égale les séparera de Philippeville, lorsqu'il existera entre ces deux points une communication directe.

---

(1) Cette note avait été présentée à la Société pendant l'année 1851, mais son impression a été retardée par diverses circonstances.

Ces belles sources coulent à la base d'un plateau incliné du S.-O. au N.-E., à 300 mètres au-dessus du niveau de la mer, et occupent, dispersées çà et là, une ligne d'environ 2,000 mètres d'étendue. Cependant, la partie importante des eaux, la seule que l'on puisse exploiter, est resserrée dans un espace circonscrit, vers la pointe inférieure du plateau incliné.

La position de ces sources est extrêmement pittoresque ; une rivière, des ruisseaux, des montagnes, des collines, de gigantesques rochers, une vallée, des ravins, une belle et riche végétation, donnent au paysage qui les entoure un délicieux aspect.

Le voyageur reste frappé d'étonnement lorsque, quittant Mjez-Ammar (1), et pénétrant dans la vallée du Bon-Hamden, il vient à découvrir au loin une série de cônes qui se détachent en masses grises sur un fond vert, au milieu d'abondantes vapeurs qui s'élèvent des sources chaudes et se dispersent au gré des vents ; mais la vue n'arrive là qu'en suivant, au milieu d'une vallée profonde les détours capricieux de l'*Oued Bon-Hamden*, entouré de ses lentisques et de ses sombres forêts d'oliviers ; des bords du lit, la vallée s'élargit à l'E. et au S.-O. par des collines successives qui n'atteignent qu'une médiocre élévation ; mais au N. et à l'O., elles forment un horizon plus vaste, que termine un double rideau de montagnes rocheuses et abruptes.

Cette vallée a une direction générale de l'O. au S. ; large d'environ 1,200 mètres, d'une longueur approximative de 4,000 mètres, elle se rétrécit à ses extrémités au point de se réduire au lit du cours d'eau qui la traverse.

Le *Bon-Hamden* court de l'O. au S. et passe au-dessous du plateau thermal, autour duquel il décrit une courbe dont la convexité s'appuie à l'E. Il est formé par la réunion de deux rivières, l'*Oued-Zenati*, au S., et l'*Oued-Alligah*, à l'O. Son parcours est de 18 à 20 kilomètres. Il se joint, à Mjez-Ammar, à l'*Oued-Cherf*, qui s'avance du S., et la réunion de ces deux cours d'eau donne naissance à l'*Oued-Seybouse*, qui va se jeter à la mer près de Bone.

Les affluents du Bon-Hamden ne sont, en général, que des torrents ou de faibles ruisseaux. Cependant il reçoit l'*Oued-Chedakra*, qui joue un rôle important à Hammam-Meskhoutin. Les eaux de

(1) Mjez-Ammar est un camp situé à 4,500 mètres des eaux, sur la route de Bone et de Ghelma à Constantine. Ce camp fut construit par les Français lors de la première expédition de Constantine, et fut de nouveau occupé après la prise de cette ville.

ce ruisseau sont chaudes dans presque toute leur étendue, parce qu'il est l'affluent de toutes les sources thermales. Il descend du S.-O., entoure le plateau d'une demi-ceinture, et vient, au-dessous de lui, mêler ses eaux à celles du Bou-Hamden.

Ce ruisseau coule par une pente rapide et est assez puissant pour alimenter plusieurs moulins arabes dans la partie inférieure de son cours, c'est-à-dire après qu'il a été grossi par les eaux des sources thermales.

Le plateau d'Hamman-Meskhoutin est borné, dans toutes les directions, par une ceinture de montagnes d'élévation variable, et qui en sont inégalement éloignées.

Voici les principales :

Djebel (1) *Mahounah*, massif qui s'élève derrière Ghelma et vient perdre ses derniers gradins au voisinage de Mjez-Ammar, entre la Seybouse et l'Oued Cherf. Sa hauteur est de 1,400 mètres. Sa base est à 5 kilomètres environ du Hammam.

Djebel Mouedia, au S.-O. Cette montagne, couverte de bois et de terres cultivées, n'est, en quelque sorte, que la continuation du plateau thermal ; les eaux chaudes s'étendent suivant sa direction. Son élévation est d'environ 600 mètres.

Djebel Boghosin, un peu plus à l'O.
Abdallah, à l'O., surmonté d'une vigie romaine. . . . . .
Murmura, un peu plus au N. . } Environ 600 mètres d'élévation. 4 à 5 kilomètres de distance des eaux.

El-Gherar. } 1,200 mètres d'élévation; 16 kilom. de distance ;
El-Mtaia (2). } situés à l'O. sur le second plan.

Djebel Debahh, au N. ; 1,000 mètres d'élévation ; 6 kilomètres de distance.

Ces trois dernières montagnes sont abruptes et presque dépourvues de végétation.

Djebel Ararath, à l'E. ; environ 600 mètres ; à 1 kilomètre de distance ; surmonté d'une vigie romaine.

Ces différents groupes de montagnes sont des contre-forts détachés du système atlantique.

Nous ne trouvons dans l'antiquité que de vagues indications sur l'existence d'Hammam-Meskhoutin. Les historiens gardent sur cette localité le silence le plus absolu. Cette omission a d'autant plus lieu de nous étonner que l'inspection des lieux démontre que

---

(1) *Djebel*, montagne.

(2) Cette montagne est creusée d'une caverne calcaire des plus remarquables, dont j'ai donné la description dans la *Revue de l'Orient*.

les Romains y créèrent un vaste établissement, qui fut prospère pendant une longue suite d'années.

Cependant les anciens itinéraires indiquent, sous le nom d'*Aquæ Tibilitanæ* ou *Thibilitanæ*, des thermes dont la position semble parfaitement correspondre à celle d'Hammam-Meskhoutin. Je n'hésite donc pas à admettre que ces deux noms, ancien et moderne, indiquent une seule et même localité.

En suivant l'oued Bou-Hamden, depuis Hammam-Meskhoutin jusqu'à Mjez-Ammar, on reconnaît que cette rivière s'est creusé un lit profond et irrégulier aux dépens de marnes schistoïdes, qui constituent, sur une grande étendue, la base du terrain de cette contrée. Les éboulements déterminés par la crue annuelle des eaux, en mettant à découvert cette formation, ont permis d'en étudier les caractères et d'en apprécier la nature.

Ces marnes sont généralement bleuâtres, feuilletées ou fragmentaires, et se trouvent à différents niveaux, depuis le lit de la rivière jusqu'au sommet de plusieurs montagnes. C'est l'élément géologique dominant.

Le mode d'agrégation de cette roche est extrêmement variable : on la voit d'une friabilité telle que le moindre choc suffit pour la réduire en une infinité de fragments; sous cette forme, les joints de stratification sont peu distincts, et ce n'est souvent qu'avec une grande attention qu'on parvient à reconnaître la direction de ses couches. Ailleurs elle a acquis la consistance du calcaire compacte; sa cassure n'est plus fragmentaire, mais schisteuse ou conchoïdale. Entre ces deux extrêmes on observe une infinité de nuances.

Les marnes des environs d'Hammam-Meskhoutin présentent moins de variétés dans leur coloration que celles qu'on observe sur divers autres points du cercle de Ghelma. Cependant il est évident que toutes appartiennent à la même époque de formation.

Ces marnes sont, en général, parfaitement stratifiées. Leur inclinaison est variable, mais, en général, en rapport avec l'axe du soulèvement des montagnes dont elles font partie.

Dans quelques points, les couches, bien que distinctes, sont déchirées, onduleuses, et semblent avoir obéi à une action plus énergique et plus violente, quoique dépendante de l'action générale du soulèvement.

Diverses couches sont parfois séparées par des filons de calcaire blanc d'épaisseur variable, entre $0^{m},001$ et $9^{m},10$, cristallisé dans le système rhomboïdal; l'origine de ce calcaire n'est point diffé-

reute de celle des marnes, car il est extrêmement facile de saisir le passage d'une de ces roches à l'autre.

Entre les couches, et même dans leur intérieur, on rencontre communément des rognons ferrugineux (hydrate de peroxyde de fer) auxquels les marnes servent d'enveloppe.

Leur volume varie entre celui d'une noisette et la grosseur d'un œuf de poule.

Sur plusieurs points, les marnes sont remplacées par des bancs d'argile, soit sableuse, soit mélangée d'une notable proportion d'oligiste. Ces argiles n'ont jamais qu'une faible puissance.

Les marnes, ainsi que je l'ai dit, s'observent à des hauteurs bien différentes; cependant, en s'élevant sur les montagnes, il est plus fréquent de les voir disparaître; elles sont alors remplacées par des calcaires ou des grès.

Dans l'un et l'autre cas, la transition n'est pas brusque, mais la roche perd insensiblement ses caractères propres pour revêtir ceux des calcaires ou des grès avec lesquels elle se fond; vers les points de contact, on observe encore fréquemment des couches marneuses plus ou moins modifiées, alternant avec des couches de la roche qui se substitue.

On voit donc que les marnes présentent diverses variétés très distinctes, mais dont les caractères ne sont bien évidents que dans la partie moyenne de chaque dépôt : 1° marnes argileuses; 2° marnes calcarifères; 3° marnes qui sont mélangées à des grès. Je ne dois citer que pour mémoire les *marnes irisées*, parce que ce caractère, si bien déterminé sur plusieurs points du cercle de Gheluri, est peu évident ici.

Le calcaire offre ici des caractères moins variables que les marnes; sa consistance est partout assez grande, mais sa coloration n'est point uniforme; il est souvent coloré en rouge ou en brun par des oxydes de fer, ou en noir par le peroxyde de manganèse. Il est presque toujours marneux à un degré plus ou moins élevé.

Les sommets de la Mtaia, du Djebel Debahh sont calcaires.

Mais, ainsi que nous l'avons déjà dit, les grès aussi succèdent immédiatement aux marnes; ils peuvent donc se trouver supérieurs ou être intermédiaires aux marnes et aux calcaires, en suivant une série de transformations semblables à celles qui marquent le passage des marnes aux calcaires ou aux grès.

Quoi qu'il en soit, les grès, comme les marnes et les calcaires, présentent diverses nuances de coloration, et, si nous avons appelé certaines marnes *irisées*, nous pouvons dire aussi des grès qu'ils

sont *bigarrés*. Le fer surtout leur imprime des teintes qui varient du rouge sanguin au noir; sur plusieurs points ils sont verts.

Leur consistance est grande; on ne les divise, le plus souvent, qu'à l'aide d'un choc violent; cependant, lorsqu'ils tendent à se fondre avec les marnes et les calcaires, leur agrégation est moindre, et l'on peut aisément les réduire à l'état pulvérulent.

Il s'est, à des époques reculées, détaché d'énormes quantités de ces roches de grès, et la vallée, les cours d'eau et les lits des torrents sont parsemés de leurs blocs et de leurs cailloux roulés.

On trouve fréquemment aussi, non loin des couches de grès, des poudingues ou des conglomérats qui ne sont autre chose que des galets de grès et quelques quartz réunis par un ciment calcaire d'une assez faible cohésion.

La Mahouna, le Djebel Ararath sont terminés par des sommets de grès.

Les roches de ces trois ordres ne sont point également puissantes. Les marnes acquièrent un développement qui peut aller jusqu'à 5 à 600 mètres (1). Les calcaires ont une puissance moyenne de 250 à 300 mètres, tandis que les grès ne m'ont jamais paru dépasser 150 à 200 mètres.

Tout ce terrain est généralement disposé par couches régulières, mais on n'observe pas, dans chacun de ses éléments, la même netteté de stratification. Ainsi j'ai déjà fait observer que, dans certaines marnes, les joints de stratification étaient parfois difficiles à déterminer; que dans d'autres, au contraire, les couches étaient parfaitement distinctes.

Les grès sont plus difficiles à étudier sous ce point de vue; souvent ce n'est qu'en examinant une masse considérable qu'on y découvre quelques lits successifs au milieu des fentes et des déchirures innombrables qui en altèrent la régularité; plus fréquemment encore on n'en reconnaît aucun indice.

Mais il n'en est point ainsi des calcaires; partout où ils se présentent ils offrent les plus beaux exemples de stratification; les sommets de la Mtaia, par exemple, sont remarquables par la quantité de lignes droites, courbes, arquées, mais toujours régulières et concordantes qui les sillonnent; chacune de ces couches peut avoir une épaisseur moyenne d'un mètre.

Quoi qu'il en soit, ces roches, marnes et calcaires, quelquefois horizontales, sont le plus souvent inclinées sous un angle variable. En effet, ce degré d'inclinaison, étant le résultat du soulèvement

(1) La partie inférieure prise au niveau des basses eaux.

des couches inférieures, ne peut être soumis à aucune mesure générale ; cependant j'ai vu le plus grand nombre s'éloigner peu d'un angle de 45 degrés.

La direction des couches n'est pas moins variable ; cependant cette direction m'a paru être en rapport direct et constant avec la position des grès. Ainsi, les montagnes couronnées de grès sont marneuses à leur base comme à leurs principaux contre-forts ; et ces marnes, sur quelque point qu'on les étudie, semblent toujours s'étendre circulairement autour de l'axe de la montagne et présentent par conséquent, à chaque pas, une direction différente. Le Djebel Mahouna offre un bel exemple de ce principe.

Les débris organiques y sont extrêmement rares ; je n'en ai pas trouvé dans les calcaires ni dans les grès, malgré des recherches assidues. Dans les marnes, j'ai rencontré quelques vestiges de coquilles, mais l'extrême friabilité de la roche qui leur sert de support ne m'a permis de recueillir que des fragments insignifiants que je n'ai pu déterminer d'une manière rigoureuse. Cependant, je crois pouvoir rapporter au genre *Plagiostome* (*Plagiostoma giganteum*) le test d'une coquille dont j'ai réuni quelques débris, et au genre *Trigonia* une empreinte que j'ai aussi conservée en partie.

Le fer, sous différents états, se présente dans les diverses séries de ce terrain.

Les marnes et les calcaires renferment souvent des veines d'oligiste à texture lamellaire et à l'état lithoïde ou terreux. Les grès sont presque tous ferrugineux.

Dans une localité voisine d'Hammam-Meskhoutin, sur les bords de l'oued Bou-Hamden, j'ai trouvé, entre des couches de marne calcaire, de petites veines de *pyrite décomposée*, d'une couleur grise, d'une saveur atramentaire extrêmement prononcée, se convertissant, au feu d'oxydation, en peroxyde de fer, et laissant dégager d'abondantes vapeurs sulfureuses.

Sur la Mtaia, au voisinage de l'ouverture de la caverne, existent des amas d'*antimoine sulfuré* (stibine). Ce gisement est depuis longtemps exploité par les Arabes.

On trouve quelquefois, au milieu des calcaires ou des marnes, des rognons de *silex lydien* (pierre de touche). On en rencontre fréquemment à l'état de cailloux roulés, sur les bords ou dans le lit de différents cours d'eau.

Il faut enfin signaler certaines *infiltrations* entre les fissures des roches schisteuses et en particulier des marnes calcaires. Ces infiltrations affectent une forme dendritique extrêmement

remarquable, que l'on prendrait, au premier abord, pour de véritables impressions végétales.

La matière infiltrante semble être du *peroxyde de manganèse*.

On ne trouve aucun débris volcanique dans toute la contrée; il est évident, cependant, que les phénomènes ignés ne sont point restés étrangers aux bouleversements de son sol et aux nombreuses modifications que les roches ont subies. Mais je crois devoir me borner à l'exposition brute des faits observés, sans entrer dans aucune explication théorique.

FIN DU VOLUME.

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

Michelotti. — Lettre sur les terrains tertiaires du Piémont. 13
Belgrand. — Sur la carte agronomique et géologique de l'arrondissement d'Avallon (Yonne). 15
V. Raulin. — Sur le terrain crétacé moyen du département de l'Yonne. 25
Éd. Hébert. — Observations sur la note précédente. 40
Ch. S. C. Deville. — Quelques considérations sur la répartition des eaux minérales de la France. 42
H. Walferdin. — Nouveau psychromètre. 44
Ch. Lory. — Sur le plateau jurassique du nord du département de l'Isère, et sur les dépôts erratiques dont il est recouvert. . 48
Id. — Sur la série des terrains crétacés du département de l'Isère. 51
A. et H. Schlagintweit. — Sur la formation des vallées dans les Alpes. 74
Buvignier. — Sur la position des grès d'Hettange (Moselle). . . . 77
Terquem. — Observations sur la note précédente de M. Buvignier. . 78
A. Transon. — Note sur l'île de Jersey. 82
Caillaud. — Sur un nouveau fait relatif à la perforation des pierres par les Pholades. 87
Ed. Collomb. — Sur la moraine du lac du Ballon de Guebwiller. . 89
Id. — Sur les blocs erratiques du col du Bramont (Vosges). . . 92
E. Desor. — Lettre à M. Ed. Collomb sur les drifs de l'Amérique du Nord. 94
Ed. Collomb. — Observations sur la lettre précédente de M. Desor. 96
G. Leonhardt. — Sur les porphyres avec quartz de l'Allemagne. . . 97
A. Delesse. — Sur les calcaires cristallins. 120
Id. — Sur l'origine des calcaires cristallins et notamment du calcaire du gneiss. 133
Id. — Sur l'origine de la pyroskléritc. 139
L. Cangiano. — Description des points du royaume de Naples propices à l'obtention des sources artésiennes. 144
La Société. — Nomination du bureau pour 1852. 154
Ch. Lory. — Observations sur des coupes géologiques des Hautes-Alpes, par M. Rozet. 157
J. Delanoue. — Observations sur un mémoire de M. Ebelmen, intitulé : Altération des roches stratifiées par les agents atmosphériques. 159
Chabrel. — Découverte d'une défense d'éléphant dans la vallée de l'Aisne à Vouziers. 162
Rozet. — Coupes géologiques des Hautes-Alpes. 165
Casiano de Prado. — Note sur les blocs erratiques de la chaîne Cantabrique. 171
A. Delesse. — Sur la Pyroméride des Vosges 175

Ville. — Quelques observations sur la province d'Oran (Afrique). . 184
Geinitz. — Sur les Graptolithes. 186
Matheron. — Observations sur une note de M. Leymerie (Bull., 2e série, t. VIII, p. 202). 188
Hastings (Madame de). — Description géologique des falaises d'Hordle, sur la côte du Hampshire, en Angleterre. . . . 191
Le Trésorier. — Comptes des recettes et des dépenses de 1851. . 205
La Commission. — Rapport sur la gestion du trésorier pendant l'année 1851. 208
Boutiot. — Études sur le forage projeté d'un puits artésien à Troyes (Aube). 219
Clément Mullet. — Observations sur la note ci-dessus de M. Boutiot. 220
Ebelmen. — Réponse aux observations de M. Délanoue (Bulletin, 2e série, t. IX, p. 159). 221
A. Delesse. — Sur la présence de lambeaux de calcaire dans le grès rouge des environs de Saint-Dié (Vosges). 224
Ch. Lory. — Coupes géologiques des montagnes de la Grande-Chartreuse (pl. I). 226
Ed. Collomb. — Sur les blocs erratiques et les galets rayés des environs de Lyon. 240
Dalmas. — Théorie cosmogonique et géologique. 244
J. de Christol. — Lettre sur l'Hipparion, etc. 255
L. Pareto. — Sur quelques alternances de couches marines et fluviatiles dans les dépôts supérieurs des collines subapennines de Tortone (extrait). 257
Le Trésorier. — Présentation du budget des recettes et des dépenses pour 1852. 264
O. Fraas. — Découverte de fer oolithique à ossements du gypse au sommet de l'Alb de Souabe. 266
A. Boué. — Sur l'établissement de routes et de chemins de fer dans la Turquie d'Europe (extrait). 270
R. Blanchet. — Sur la présence d'un palais de poisson dans le terrain nummulitique des Diablerets. 279
E. Desor. — Remarques sur la carte géologique du lac Supérieur de MM. Foster et Whitney. 280
Id. — Note sur le terrain quaternaire de l'Amérique du Nord. . 281
A. Buvignier. — Note sur le grès d'Hettange (Moselle). 285
J. Levallois. — Note sur le grès d'Hettange et sur le grès de Luxembourg. 289
J. Barrande. — Lettre sur les Graptolithes, les Trilobites de Suède, et le terrain silurien de Bohême. 301
E. Desor. — Sur divers mémoires présentés au congrès semi-annuel des naturalistes américains, à Cincinnati. 312
H. Lecoq. — Considérations sur la théorie des anciens glaciers. . . 323
H. Coquand. — Tableau des terrains et mines d'antimoine de la province de Constantine (Algérie). 339
Ed. Hébert. — Comparaison des couches tertiaires inférieures du Nord de la France et de l'Angleterre. 350

Sir Ch Lyell. — Quelques considérations sur la communication précédente. 351
V. Raulin. — Note sur une coupe géologique des collines qui bordent les rives droites de la Garonne, etc., de Royan à Montauban. 354
Terquem. — Note sur le genre Ceromya. 359
L. Ville. — Notice géologique et minéralogique sur la partie occidentale de la province d'Oran. 363
Casiano de Prado. — Notice sur le terrain carbonifère d'Espagne. . 381
Terquem. — Sur un oscabrion fossile du terrain liasique du département de la Moselle. 386
Vilanova. — Note sur un gisement de baryte sulfatée à Laize-la Ville (Calvados). 388
N.-B. Delahaye. — Sur la soude hydrosilicatée trouvée à Sablonville, près Paris. 394
Le colonel Acosta. — Sur la géologie de la Sierra Tairona (Nouvelle-Grenade) (Pl. II) 396
J. Delanoue. — Sur les terrains palézoïques du Bas-Boulonnais, et leurs rapports avec ceux de la Belgique (Pl. II.). 399
V. Raulin. — Note relative aux terrains tertiaires de l'Aquitaine. . 406
Fauvergue. — Sur les blocs erratiques et les cailloux roulés. . . . 422
Rozet. — Preuves de l'existence d'anciens glaciers près des villes de Gap et d'Embrun (Hautes-Alpes). (Pl. II.). 424
A. Delesse. — Note sur les roches globuleuses (extrait). 431
A. Boué. — Essai sur la configuration générale du fond des mers et du sol émergé aux différentes époques géologiques, avec des remarques géogéniques sur certaines formations et leur température. 437
A. Delesse. — Sur les variations des roches granitiques (Pl. III). . 464
A. Paillette. — Recherches sur l'histoire et les conditions de gisement des mines d'or dans le nord de l'Espagne. 482
Bernhard Cotta. — De la structure des montagnes. 505
H. et A. Schlagintweit. — Sur la topographie de glaciers du Tyrol. 507
Le Père Cornette. — Extrait de différentes lettres sur la géologie de la Nouvelle-Grenade. 509
Réunion extraordinaire à Metz et excursions à Luxembourg et dans la Prusse rhénane (Pl. IV). 561
De Roys. — Sur le calcaire pisolitique, l'argile plastique et les poudingues aux environs de Montereau (Seine-et-Marne) . . . 562
Poncelet. — Sur le terrain liasique du Luxembourg. 569
Terquem. — Sur le grès d'Hettange (Moselle). 573
Lebrun. — Sur les grès qui séparent le lias du keuper dans la Meurthe. 583
Buvignier. — Note sur les grès du Luxembourg et d'Hettange. . . 589
Grellois. — Sur les eaux thermales d'Hammam-Meskhontin, dans la province de Constantine. 624

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE NEUVIÈME VOLUME.

(DEUXIÈME SÉRIE.)

Année 1851 à 1852.

A

Acosta. Sur la Sierra Nevada de Sainte-Marthe, formée par le terrain primitif, p. 396.

Agronomie géologique de l'arrondissement d'Avallon (Yonne), p. 15.

Algérie. Tableau des terrains de la province de Constantine, p. 339. — Mines d'antimoine au S.-E. de Constantine, p. 342. — Eaux thermales et lias? de Hammam-Meskhoutin, dans la province de Constantine. — Sur les directions de l'Atlas, p. 346. — Sur la géologie de la province d'Oran, p. 184. — Notice minéralogique et géologique sur la partie occidentale de la province d'Oran, p. 363.

Allemagne. Sur les porphyres avec quartz, p. 97.

Alpes. Sur la formation de leurs vallées, p. 74.

Alpes (Hautes-). Sur des grès, p. 157. — Coupes géologiques, p. 165. — Anciens glaciers, près de Gap et d'Embrun, p. 424.

Alsace. Sur le terrain de transport de la plaine du Rhin, p. 96.

Altérations atmosphériques des roches stratifiées, p. 159.

Angleterre. Terrains tertiaires des falaises du Hampshire, p. 191. — Tableau comparatif de ses couches tertiaires et de celles de la France, p. 350, 351. — Granite des îles Scilly ou Sorlingues, p. 559.

Antimoine oxydé du terrain néocomien des environs de Constantine, p. 342.

Aquitaine. Coupe de Royan à Montauban, p. 354. — Note relative à ses terrains tertiaires, p. 406.

Archiac (d'). Observations, p. 190, 391.

Ardennes. Diluvium à ossemens d'Éléphant, de Vouziers, p. 162.

Aube. Projet de puits artésien à Troyes, p. 218, 220, 265.

Aude. Terrain à Nummulites de Castelnaudary, p. 188.

B

Barrande. Sur les Graptolithes, p. 301. — Sur les Trilobites de Suède, p. 304. — Sur le terrain silurien de Bohême, p. 308.

Barytine. Sur son dépôt, p. 391. — — dans le calcaire silurien du Calvados, p. 388.

Beaumont (Élie de). Observations, p. 186.

Belgique. Comparaison de ses terrains

paléozoïques avec ceux du Boulonnais, p. 399. — Sur le grès de Luxembourg, p. 289, 589. — Lias, p. 568, 569. — Excursion de la Société à Luxembourg; grès, p. 605.
Belgrand. Sur la carte agronomique et géologique de l'arrondissement d'Avallon, p. 15.
Belli. Sur la consistance de la croûte solide du globe, p. 267.
Bibliographie, p. 5, 72, 86, 143, 151, 156, 164, 170, 203, 253, 263, 268, 278, 311, 349, 357, 380, 384, 393.
Blanchet. Sur un *Sphærodus* du terrain à Nummulites des Diablerets, en Savoie, p. 279.
Blocs erratiques du col du Bramont (Vosges), p. 92. — de l'Isère, p. 49. — des environs de Lyon, p. 240. — de la chaîne cantabrique, p. 171.
Bohême. Sur le terrain silurien, p. 308.
Boubée. Observations, p. 190, 285, 323, 391, 434.
Boué. Sur l'établissement de routes et de chemins de fer dans la Turquie d'Europe, p. 270. — Sur la configuration probable du fond des mers et du sol émergé des îles et des continents aux différentes époques géologiques, avec quelques remarques géogéniques sur certaines de leurs formations, et la température sous laquelle elles ont été déposées, p. 437 et 463. — Sur la configuration actuelle de la surface terrestre, p. 461.
Bourjot. Observation, p. 348.
Boutiot. Projet de puits artésien à Troyes (Aube), p. 218
Budget pour 1852, p. 264.
Butaux. Silex du diluvium de la Somme, p. 81.
Buvignier. Sur la position des grès d'Hettange (Moselle), p. 77. — *Id.*, p. 285. — Sur les grès de Luxembourg et d'Hettange, p. 589.

C

Cailliaud. Sur la perforation des pierres par les Pholades, p. 87.
Calcaires cristallins du gneiss des Vosges et de la Somma, p. 120 et 133.
Calvados. Gisement de barytine dans le calcaire silurien, p. 388.
Cangiano. Sur la géologie des points du royaume de Naples propices à l'obtention des sources artésiennes, p. 144.
Casiano de Prado. Sur les blocs erratiques de la chaîne cantabrique, p. 171. — Notice sur le terrain carbonifère du royaume de Léon, p. 381.
Ceromya. Observations sur ce genre, p. 359.
Charrel. Diluvium, à ossements d'Éléphant, de Vouziers (Ardennes), p. 162.
Christol (de). Sur divers mammifères fossiles du midi de la France, p. 255.
Clément-Mullet. Sur un projet de puits artésien à Troyes (Aube), p. 220.
Collomb. Sur la moraine du lac du ballon de Guebwiller (Haut-Rhin), p. 89. — Sur les blocs erratiques du col du Bramont (Vosges), p. 92. — Sur le terrain de transport de la plaine du Rhin, p. 96. — Sur les blocs erratiques et les galets rayés des environs de Lyon, p. 240. Observation, p. 190.
Comptes du trésorier, p. 13, 154, 165, 205, 339. — Rapport sur sa gestion en 1851, p. 208.
Constant Prévost. Observations, p. 158, 184, 190, 322.
Continents. Leur configuration probable ainsi que celle du fond des mers aux différentes époques géologiques, p. 437.
Coquand. Tableau des terrains de la province de Constantine, p. 339. — Sur des mines d'antimoine au S.-E. de Constantine, p. 342. — Sur les directions de l'Atlas, p. 346.
Cornette (le père). Lettres sur la géologie de la Nouvelle-Grenade, p. 509, et sur les îles Sorlingues, p. 559.
Corse. Sur ses roches globuleuses, p. 434.
Cosmogonie. Théorie, p. 244.
Cotta (B.). Sur la structure et l'origine des montagnes, p. 505.
Cuivre. Minerais de la province d'Oran, p. 379.

D

Dalmas. Théorie cosmogonique et géologique. p. 244.
Daubrée. Compte rendu des excursions de la Société dans la Prusse rhénane; porphyres houillers, p. 614.
Delahaye. Sur un hydrosilicate de soude cimentant le diluvium de Sablonville, près Paris, p. 394.
Delanoue. Sur les altérations des roches stratifiées par les agents atmosphériques, p. 159. — Sur le dépôt de la barytine, p. 391. — Sur les terrains paléozoïques du Boulonnais et leurs rapports avec ceux de la Belgique, p. 399. — Observations, p. 138, 162.
Delesse. Sur les calcaires cristallins du gneiss, principalement des Vosges et de la Somma, p. 120; et sur leur origine, p. 133. — Sur l'origine de la pyrosklérite des Vosges, p. 139. — Sur la pyroméride des Vosges, p. 175. — Calcaire dans le grès rouge de Saint-Dié (Vosges). p. 224. — Extrait de recherches sur les roches globuleuses, p. 431; et celles de la Corse, p. 434. — Sur les variations des roches granitiques, p. 464, 477. — Protogine des Alpes, p. 465. — Granite syénitique des Vosges, p. 465. — Observations, p. 218, 391, 396.
Deshayes. Observations, p. 288, 353.
Desor. Sur les *drifts* de l'Amérique du Nord, p. 94. — Sur la carte géologique du lac Supérieur, p. 280. — Sur le terrain quaternaire de l'Amérique du Nord, p. 281. — Sur le terrain de transition des États-Unis, p. 312; et leurs terrains diluviens, p. 318.
Deville. Nature des eaux de la France, p. 42. — Observations, p. 119, 161, 162.
Doubs. Coloration bleue du cornbrash de Besançon, p. 221.

E

Eaux. Nature de celles de la France, p. 42.
Ebelmen. Sur la coloration bleue du cornbrash de Besançon, p. 221.
Elections pour 1852, p. 154. — de la réunion extraordinaire, p. 562.
Espagne. Sur le terrain carbonifère du royaume de Leon, p. 381. — Sur l'histoire et les conditions de gisement des mines d'or dans le Nord, p. 482. — Sur les blocs erratiques de la chaîne cantabrique, p. 171.
Etats-Unis. Sur le terrain de transition, p. 313. — Sur le terrain silurien du lac Supérieur, p. 280. — Sur les *drifts*, p. 94. — Sur le terrain diluvien, p. 318. — Sur le terrain quaternaire, p. 281.

F

Fer. Minerais de la province d'Oran, p. 377.
Fraas. Fer oolitique, à mammifères du gypse, en place au sommet de l'Albe de la Souabe, p. 266.
France. Nature des eaux, p. 42.

G

Gaudry. Observation, p. 391.
Geinitz. Sur les Graptolithes, p. 186.
Gironde. Sur l'âge de ses faluns, p. 356.
Glaciers anciens. Considérations sur leur théorie, p. 323. — près de Gap et d'Embron, p. 424. — Sur la moraine du lac du Ballon de Goebwiller (Haut-Rhin), p. 89.
Granite syénitique des Vosges, p. 465. — Variations des roches granitiques, p. 464, 477. — de la province d'Oran, p. 369.
Graptolithes, p. 186, 301.
Grenade (*Nouvelle-*). Sur le terrain primitif de la Sierra Nevada de Sainte-Marthe, p. 396. — Lettres

sur la géologie d'une partie de la République, p. 509.
Gypse. Ses gisements dans la province d'Oran, p. 372.
Grellois. Sur les eaux thermales d'Hammam-Meskhoutin, dans la province de Constantine et le terrain liasique? environnant, p. 624.

H

Haime. Lecture, p. 268.
Hastings (Marquise de). Sur les terrains tertiaires des falaises de Hordle (Hampshire), p. 191.
Hébert. Tableau comparatif des couches tertiaires de l'Angleterre et du bassin de Paris, p. 350. — Compte rendu des excursions de la Société dans la Moselle; lias, p. 597; grès d'Hettange, p. 598, 608; étage oolithique inférieur, p. 580, 594. — *Id.* dans le Luxembourg; grès, p. 605. —Observations, p. 40, 82, 301, 354, 391, 567, 582.
Hydrosilicate de soude cimentant le diluvium près de Paris, p. 394.

I

Isère. Terrain jurassique dans le N., p. 48. — Série des terrains crétacés, p. 51. — Coupes géologiques de la Grande-Chartreuse, p. 226. — Dépôts erratiques, p. 49.

J

Jacquot. Compte rendu des excursions de la Société dans la Moselle; grès vosgien, p. 621, trias, p. 622, lias, p. 579; étage oolithique inférieur, p. 580. — *Id.* dans la Prusse rhénane; terrain de transition, p. 610; terrain houiller, p. 613, 619; porphyres houillers, p. 611, 617; trias, p. 600, 611. — Observations, p. 569, 582, 597.
Jersey. Sur la géologie de cette île, p. 82.

L

Languedoc. Sur des mammifères fossiles, p. 255.
Laurent. Sur un puits artésien à Troyes (Aube), p. 265.
Lebrun. Sur les grès qui séparent le lias du Keuper dans la Meurthe, p. 583.
Lecoq. Considérations sur la théorie des anciens glaciers, p. 323.
Leonhardt (Gust.). Sur les porphyres avec quartz, principalement de l'Allemagne, p. 97.
Levallois. Sur les grès d'Hettange et de Luxembourg, et sur la composition générale du lias en Lorraine, p. 289. — Observation, p. 288.
Lorière (de). Observation, p. 186.
Lory. Sur le plateau jurassique du N. de l'Isère et ses dépôts erratiques, p. 48. — Sur la série des terrains crétacés de l'Isère, p. 51. — Sur des grès des Hautes-Alpes, p. 157. — Coupes géologiques de la Grande-Chartreuse, p. 226, pl. I. — Observations, p. 159, 161.
Lyell. Observations sur la comparaison des terrains tertiaires de l'Angleterre avec ceux du bassin de Paris, p. 351.

M

Mammifères fossiles divers du midi de la France, p. 255.
Matheron. Sur les terrains à Nummulites de Castelnaudary, p. 188; et le

terrain crétacé de la Provence, p. 189.
Mayer. Sur l'âge des faluns de la Gironde, p. 356.
Membres nouveaux p. 71, 85, 143, 152, 156, 164, 253, 263, 268, 348, 384, 393.
Mers. Configuration probable de leur fond ainsi que des continents aux différentes époques géologiques, p. 437.
Mourthe. Sur les grès qui séparent le lias du Keuper, p. 583.
Michelotti. Sur les terrains tertiaires du Piémont, p. 13.
Montagnes. Sur leur structure et leur origine, p. 505.
Moselle. Sur la position du grès d'Hettange, p. 77, 78, 285, 289, 573, 589; ses fossiles, p. 586. — Oscabrion du lias, p. 386. — Réunion extraordinaire de la Société à Metz, p. 561; grès vosgien, p. 621, trias, p. 622, 623, lias, p. 579, 567, 624; grès d'Hettange, p. 598, 608; étage oolithique inférieur, p. 580, 594.

N

Naples (*royaume de*). Sur les calcaires cristallins de la Somma, p. 120. — Sur la géologie des points propices à l'obtention des sources artésiennes, p. 144.

O

Omalius d'Halloy (d'). Observations, p. 161, 186, 288.
Or. Sur l'histoire et les conditions de gisement de ses mines du terrain primitif et des alluvions dans le N. de l'Espagne, p. 482.
Oscabrion du lias de la Moselle, p. 386.

P

Paillette. Sur l'histoire et les conditions de gisement des mines d'or dans le N. de l'Espagne, p. 482.
Pareto. Alternances marines et fluviatiles dans le terrain subapennin du Tortonais, p. 257.
Paris (*bassin de*). Tableau comparatif de ses terrains tertiaires et de ceux de l'Angleterre, p. 350, 351.
Pas-de-Calais. Terrains paléozoïques du Boulonnais, et leurs rapports avec ceux de la Belgique, p. 399.
Pholades. Mode de perforation des pierres, p. 87.
Piémont. Sur les terrains tertiaires, p. 13. — Alternances marines et fluviatiles de Tortone, p. 257.
Planches du Bulletin. I, p. 226; II, p. 396; III, p. 464; IV, p. 561. — *Figures sur bois*. Cartes, p. 295, 544, 593. — Coupes de terrains, p. 66, 80, 91, 93, 181, 219, 225, 242, 287, 309, 315, 316, 370, 390, 495, 497, 510, 513, 515, 523, 528, 530, 534, 551, 554, 581, 582, 593, 600, 602, 603, 604, 605, 606. — Roches, 140, 141, 176, 182. — Fossiles, p. 279, 310, 387.
Plomb. Minerais de la province d'Oran, p. 379.
Poissons fossiles. *Sphærodus* du terrain à Nummulites des Diablerets, en Savoie, p. 279.
Poncelet. Sur le terrain liasique du Luxembourg, p. 569.
Porphyres avec quartz de l'Allemagne, p. 97. — du terrain de la Prusse rhénane, p. 611, 614, 617.
Prémorel (de). Emploi du schiste bitumineux de Differdange (Luxembourg), p. 568.
Protogine des Alpes, p. 465.
Provence. Sur le terrain crétacé, p. 189.
Prusse rhénane. Excursion de la Société; terrain de transition, p. 610; terrain houiller, p. 613, 619; porphyres houillers, p. 611, 614, 617; trias, p. 609, 611.
Psychromètre nouveau, p. 44.
Puits artésien en projet à Troyes (Aube), p. 218, 220, 265.
Pyroméride des Vosges, p. 175.
Pyroskhérite. Origine de celle des Vosges, p. 139.

R

Raulin. Sur le terrain crétacé moyen du département de l'Yonne, p. 25. — Coupe de Royan à Montauban en suivant la Garonne, p. 354. — Note relative aux terrains tertiaires de l'Aquitaine, p. 406. — Observations, p. 41, 78, 357.
Refroidissement de la surface de la terre. Sa durée, p. 279.
Reptiles. Leur existence dans les terrains de transition, p. 320.
Rhône. Blocs erratiques et galets rayés des environs de Lyon, p. 240.
Roches globuleuses. Extrait de recherches, p. 431.
Roys (de). Sur le calcaire pisolithique, l'argile plastique et ses poudingues aux environs de Montereau (Seine-et-Marne). p. 562.
Rozet. Coupes géologiques des Hautes-Alpes, p. 165. — Existence d'anciens glaciers près de Gap et d'Embrun (Hautes-Alpes), p. 424.

S

Savoie. Sphærodus du terrain à Nummulites, p. 279.
Scandinavie. Sur les Trilobites de Suède, p. 304.
Schlagintweit. Sur la formation des vallées dans les Alpes, p. 74. — Sur la topographie de glaciers du Tyrol, p. 507.
Seine. Hydrosilicate de soude cimentant le diluvium, p. 394.
Seine-et-Marne. Calcaire pisolithique, argile plastique et poudingues des environs de Montereau, p. 562.
Sel gemme dans la province d'Oran, p. 374. — de Zipaquira dans la Nouvelle-Grenade, p. 537.
Simon. Observation, p. 582.
Somme. Silex du diluvium, p. 81.
Sources minérales de la province d'Oran, p. 375. — de Hammam-Meskhoutin, dans la province de Constantine, p. 624.

T

Température probable des mers pendant les différentes périodes géologiques, p. 437.
Terquem. Sur la position du grès d'Hettange, p. 575. — Sur le genre *ceromya*, p. 359. — Sur un oscabrion du lias de la Moselle, p. 386. — Observation, p. 583, 597.
Terrains d'alluvion aurifères du N. de l'Espagne, p. 502.
Terrain carbonifère du royaume de Léon, p. 381. — de la Prusse rhénane, p. 613, 619.
Terrain crétacé moyen de l'Yonne, p. 25. — de Provence, p. 189. — de l'Isère, p. 51. — et jurassique de la Grande-Chartreuse, p. 226. — des Hautes-Alpes, p. 168. — inférieur de la province d'Oran, p. 363.
Terrain dévonien du Boulonnais, p. 399.
Terrain diluvien des États-Unis, p. 318, — Drifts de l'Amérique du Nord, p. 94. — Terrains quaternaires de l'Amérique du Nord, p. 281. — de la province d'Oran, p. 366.
Terrain jurassique. Position du grès d'Hettange (Moselle), p. 77, 285, 573, 589; ses fossiles, p. 586; *id.* et composition générale du lias en Lorraine, p. 289; lias et étage oolithique dans le département de la Moselle, p. 579, 594, 597, 608, 624. — Lias et grès du Luxembourg (Belgique), p. 289, 568, 589, 605. — du N. de l'Isère, p. 51. — et crétacé de la Grande-Chartreuse, p. 226. — des Hautes-Alpes, p. 165; — lias? dans la province de Constantine, p. 624.
Terrain à Nummulites de Castelnaudary, p. 188. — des Hautes-Alpes, p. 157, 167.
Terrain primitif de la Sierra Nevada de Sainte-Marthe (Nouvelle-Grenade), p. 396. — de la Nouvelle-Grenade, p. 509.
Terrain silurien de Bohême, p. 308. — du lac Supérieur, p. 280.
Terrains tertiaires du Hampshire, p. 191. — du bassin de Paris et de

l'Angleterre comparés, p. 350, 351. — inférieurs des environs de Montereau (Seine-et-Marne), p. 502. — de l'Aquitaine, p. 354, 406. — du Piémont, p. 13. — Alternances marines et fluviatiles à Tortone, p. 257. — de la province d'Oran, p. 365.
Terrain triasique de la Moselle, p. 622, 623. — de la Prusse rhénane, p. 609, 611; grès de la Meurthe, p. 383.
Terrain de transition des États-Unis, p. 313.
Terre. Sur la configuration actuelle de sa surface, p. 461. — Sur la consistance de la croûte solide, p. 267.
Transsin. Sur l'île de Jersey; granite et schistes, p. 82.
Trilobites. Sur celles de Suède, p. 304.
Turquie d'Europe. Établissement de routes et de chemins de fer, p. 270.

U

Unger. Durée du refroidissement de la surface de la terre, p. 279.

V

Vallées. Sur la formation de celles des Alpes, p. 74.
Vassart. Compte rendu des excursions de la Société dans la Moselle; trias, p. 623, lias, p. 624.
Verneuil (de). Existence des reptiles dans les terrains de transition, p. 320. Observation, p. 285.
Vilanova. Gisement de barytine dans le calcaire silurien du Calvados, p. 388.
Ville. Sur la géologie de la province d'Oran, p. 184. — Notice minéralogique et géologique sur la partie occidentale de la province d'Oran, p. 363.
Viquesnel. Rapport sur la gestion du Trésorier en 1851, p. 208.
Vosges. Sur les calcaires cristallins du gneiss, p. 120. — Sur l'origine de la pyrosklérite, p. 139. — Sur le granite syénitique, p. 465. — Sur la pyroméride, p. 175. — Sur le calcaire du grès rouge de Saint-Dié, p. 224. — Sur les blocs erratiques du col du Bramont, p. 92. — Sur la moraine du lac du Ballon de Guebwiller, p. 89.

W

Walferdin. Sur un nouveau psychromètre, p. 44.
Wurtemberg. Fer oolitique à mammifères du gypse parisien, au sommet de l'Alb, p. 266.

Y

Yonne. Sur le terrain crétacé moyen du département, p. 25. — Sur la carte agronomique et géologique de l'arrondissement d'Avallon, p. 15.

Liste des planches.

I. p. 226. Lory. Coupe des montagnes de la Grande-Chartreuse (Isère).
II. p. 396. Acosta. Vues de la Sierra Tairona (Nouvelle-Grenade).
— p. 399. Delanoue. Carte des terrains paléozoïques de Marquise (Pas-de-Calais).
— p. 424. Rozet. Moraines de l'ancien glacier de Chaillol-le-Vieil (Hautes-Alpes).

III. p. 464. Delesse. Coupes des variations des roches granitiques dans les Vosges.
IV. p. 575. Terquem. Coupes relatives à une note sur le grès d'Hettange (Moselle).
— p. 596. Jacquot. Coupe des environs de Metz.
— p. 609. — Coupe des terrains situés entre la basse Sarre et la Moselle (Prusse rhénane).
— p. 612. — Coupe du Littermont, au N. de Saarlouis (Prusse rhénane).
— p. 618. — Coupe du bassin houiller de la Sarre, de Birkenfeld à Neunkirchen (Prusse rhénane).
— p. 622. — Coupe de la côte de Kelschberg, près Forbach (Moselle).

FIN DE LA TABLE.

ERRATA.

Pages.	Lignes	
167,	21	*au lieu de :* Natica matalielis, *lisez :* Natica mutabilis.
220,	3	*en remontant, au lieu de :* Magnyfouchon, *lisez :* Magny-Fouchard.
220,	18,	*au lieu de :* la Borse, *lisez :* la Barse.
257,	24,	*au lieu de :* Tortonne, *lisez :* Tortone.
352,	2 *et* 7,	*au lieu de :* Kleyn Spaven, *lisez :* Kleyn Spauwen.
585,	5	*au lieu de :* Recophillia, *lisez :* Thecophyllia.
609,	2	*au lieu de :* Merzig, *lisez :* Remich.

LISTE DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

AU 1er JUILLET 1852.

PARIS. — IMPRIMERIE DE L. MARTINET,
IMPRIMEUR DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE, RUE MIGNON, 2.

LISTE DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

AU 1er JUILLET 1852.

COMPOSITION DU BUREAU.

Président :

M. D'OMALIUS-D'HALLOY.

Vice-Présidents :

M. Ed. de VERNEUIL.
M. VIQUESNEL.
M. DEVILLE (Ch. STE-CLAIRE).
M. DELAFOSSE.

Secrétaires :

M. DELESSE, pour la France.
M. HUGARD, pour l'étranger.

Vice-Secrétaires :

M. GAUDRY (Alb.).
M. DESCLOISEAUX.

Trésorier.

M. le baron Ed. de BRIMONT.

Archiviste.

M. BOURJOT.

Membres du Conseil :

M. le vicomte d'ARCHIAC.
M. Alcide d'ORBIGNY.
M. Charles d'ORBIGNY.
M. DAMOUR.
M. ÉLIE de BEAUMONT.
M. DESHAYES.
M. BAYLE.
M. Constant PRÉVOST.
M. Ed. HÉBERT.
M. GRAVES.
M. Jules HAIME.
M. ANGELOT.

MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ.

MM.

ABICH, Conseiller aulique, à Tiflis (Perse).

ACOSTA (le général), à Santa-Fé-de-Bogota (Nouvelle-Grenade).

ADAM (Gilbert-Joseph), Inspecteur général des Finances, rue Saint-Dominique, 50, à Paris.

AGASSIZ, Docteur en médecine et en philosophie, Professeur d'histoire naturelle à l'Université de Cambridge, à Boston, (États-Unis).

AIROLDI, de Palerme, Membre de plusieurs Sociétés savantes, à Florence (Toscane).

ALLUAUD aîné, Fabricant de porcelaine, à Limoges (Haute-Vienne).

ALTH (Alois), Docteur en droit, à Tschernovitz (Autriche).

AMETTE fils, à Saint-Denis (Seine).

ANGELOT (Victor-Firmin), rue Saint-Jacques, 157, à Paris.

ANSTED (le professeur), Membre de la Société géologique de Londres, King's college, Somerset-House, Londres (Angleterre).

ARCHIAC DE SAINT-SIMON (le vicomte Adolphe d'), rue Casimir-Périer, 27, à Paris.

ARNAUD D'AUX, Cour du Jardin-Public, 17, à Bordeaux (Gironde).

ARRAUT, Propriétaire, à Toucy, près Auxerre (Yonne).

AUXY (le marquis Gaston d'), à Frasne-Buisenal, par Tournay (Belgique).

AVRIL (Charles), Graveur, rue des Bernardins, 18, à Paris.

AZPIROZ (Manuel de), Officier d'artillerie au service d'Espagne.

BABEAU (Eugène), Propriétaire, à Langres (Haute-Marne).

BACHELIER, Fondateur du cabinet de géologie de Mamers (Sarthe), à Sainte-Scolasse-sur-Sarthe (Orne).

BADDELEY (Frédéric-Henri), Capitaine au corps royal des ingénieurs, à Glascow (Écosse).

BALLU (Charles), Docteur en médecine, à Nanterre (Seine).

BALSAMO-CRIVELLI, Professeur d'histoire naturelle à l'Université, à Pavie (royaume Lombardo-Vénitien).

BANCENEL (de), Chef de bataillon du génie, en retraite, à Liesle, canton de Quingey (Doubs).

BAPTISTA (J.-E.), Docteur ès sciences et en médecine, rue Saint-Antoine, 33, à Paris.

BARNÉOUD (Marius), Docteur ès sciences, place Poissonnière, 4, à Toulon (Var).

MM.

BAROTTE, à Brachay, par Doulevant (Haute-Marne).

BASTÉROT (de), à la Choltière, par le Blanc (Indre).

BAUGA, Médecin en chef de l'hôpital, à Cognac (Charente).

BAYLE, Ingénieur des Mines, rue de Vaugirard, 43, à Paris.

BAZIN (Armand), Propriétaire, au Mesnil-Saint-Firmin, par Breteuil-sur-Noye (Oise).

BEAUDOUIN (Jules), Licencié en droit, à Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or).

BELGRAND, Ingénieur des Ponts et Chaussées, rue de l'Université, 29, à Paris.

BELLARDI, Attaché au Musée royal de minéralogie, rue des Marchands, 30, à Turin (Piémont).

BELTREMIEUX (Édouard), rue des Trois-Marteaux, à la Rochelle (Charente-Inférieure).

BENOIT (C.-E.), Employé des douanes, à Montbéliard (Doubs).

BÉRAUD, Notaire, à Aix (Bouches-du-Rhône).

BEROLDINGEN (le comte François de), Chambellan de l'empereur d'Autriche, à Vienne (Autriche).

BERTHELOT, Ancien chef de section du canal de Marseille, à Grenoble (Isère).

BERTHIER, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, rue Crébillon, 2, à Paris.

BERTRAND DE DOUE, Membre de la Société géologique de Londres et d'autres Sociétés savantes, au Puy-en-Velay (Haute-Loire).

BERTRAND-GESLIN (le baron), Membre de plusieurs Sociétés savantes, sur les boulevards, 19, à Nantes (Loire-Inférieure).

BEUDANT, Ingénieur des Mines, rue du Four-Saint-Germain, 69, à Paris.

BIANCONI (Joseph), Professeur d'histoire naturelle à l'Université, à Bologne (États romains).

BILLY (de), Ingénieur en chef des Mines, rue Saint-Lazare, 71, à Paris.

BLACK (le docteur), Membre de la Société géologique de Manchester, à Manchester (Angleterre).

BLANCHET (Rodolphe), Vice-président du conseil de l'instruction publique, à Lausanne, canton de Vaud (Suisse).

BLAVIER, Ingénieur en chef des Mines, à Strasbourg (Bas-Rhin).

BLONDEAU (Eugène), Ancien élève de l'École Polytechnique...

BOILLEAU, Ingénieur des Mines...

MM.

BOISSY (Saint-Ange de), Propriétaire, rue Saint-Laurent, 8, à Nantes (Loire-Inférieure).

BOISVILLETTE (de), Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Chartres (Eure-et-Loir).

BOIVIN, rue Saint-Honoré, 291, à Paris.

BONISSENT, Propriétaire, aux Perques, par Valognes (Manche).

BONNARD (de), Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, rue de la Ville-l'Évêque, 26, à Paris.

BONNET, Ingénieur des Mines, rue San-Francisco, 39, à Lisbonne (Portugal).

BORROMEO (le comte Vitaliano), à Milan (royaume Lombardo-Vénitien).

BOSC (Pierre), Négociant au Chapeau-Rouge, à Bordeaux (Gironde).

BOUBÉE (Nérée), Professeur de géologie, rue Hautefeuille, 32, à Paris.

BOUCAULT, Membre de plusieurs Sociétés savantes, rue du Cherche-Midi, 100, à Paris.

BOUCHARD-CHANTEREAUX, Membre de plusieurs Sociétés savantes, à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

BOUCHEPORN (de), Ingénieur des Mines, place Rouaix, 13, à Toulouse (Haute-Garonne).

BOUÉ (Ami), Docteur en médecine, Membre de l'Académie impériale des Sciences, Mittersteig schloesselgasse, 594, Wieden, à Vienne (Autriche); en été, à Vöslau, près Baden (basso-Autriche).

BOUESNEL, Ancien ingénieur des Mines, à Avallon (Yonne).

BOUILLET, Membre de plusieurs Sociétés savantes, chez M. Charolais, rue du Port, à Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

BOURJOT, Professeur d'histoire naturelle au lycée Bonaparte, rue Geoffroy-Lasnier, 28, à Paris.

BOUSQUET (de), rue d'Anjou-Saint-Honoré, 17, à Paris, ou au château de Montanceix, près Périgueux (Dordogne).

BOUTIOT, Greffier du tribunal civil, à Troyes (Aube).

BOUVY DE SCHOMENBERG, Ingénieur civil des Mines, à Palma, Mallorca (Espana).

BRANGÉ, Conducteur des Ponts et Chaussées, à Dijon (Côte-d'Or).

BRAUN (Max.), Ingénieur en chef de la Société de la Vieille-Montagne, à Henri-Chapelle (Belgique).

BREGANZE (Jean-Baptiste), Membre de l'Académie olympique de Vicence, San Mosé, à Venise (royaume Lombardo-Vénitien).

MM.

BREUNER (le comte Auguste), Chambellan, Conseiller supérieur du ministère des Finances (section des Mines), à Vienne (Autriche).

BRÉVILLE (Eugène), Propriétaire, place Saint-Sauveur, 29, à Caen (Calvados).

BRIMONT (le baron Claude-Édouard de), Membre de plusieurs Sociétés savantes, rue de Grenelle-Saint-Germain, 53, à Paris.

BROCHANT (Hippolyte), Avocat, rue de Varenne, 46, à Paris.

BRONGNIART (Adolphe), Membre de l'Institut, Professeur de botanique au Muséum d'histoire naturelle, au Jardin des plantes, à Paris.

BROUILLET, Notaire honoraire, à Charroux, arrondissement de Civray (Vienne).

BUCH (le baron L. de), Membre de l'Académie des Sciences, à Berlin (Prusse).

BUCHWALDER, Colonel du génie, à Delémont, canton de Berne (Suisse).

BUCKLAND, Professeur de géologie à l'Université, etc., à Oxford (Angleterre).

BUFFET (Aimé), Ingénieur des Ponts et Chaussées, rue Saint-Germain-des-Prés, 2, à Paris.

BURAT (Amédée), Ingénieur civil, rue d'Anjou-Saint-Honoré, 53, à Paris.

BURDETT (le colonel), place Vendôme, 23, à Paris, et Cornwal cottage York, place Regent's park, à Londres (Angleterre).

BUTEUX, Membre de plusieurs Sociétés savantes, à Fransart, près Roye (Somme).

BUVIGNIER (Amand), à Verdun (Meuse).

CAILLAUX (Alfred), Ingénieur civil des Mines, à Massa-Marittima (Toscane).

CAILLIAUD (F.), Directeur du Muséum d'histoire naturelle, à Nantes (Loire-Inférieure).

CALDERON (de), rue des Billettes, 20, à Paris.

CANAT (J.), Docteur en médecine, rue au Change, à Châlon-sur-Saône (Saône-et-Loire).

CANSON (Étienne de), à Annonay (Ardèche).

CARLET, Conducteur des Ponts et Chaussées, à Saulieu (Côte-d'Or).

CARREL (le chanoine Georges), à Aoste (Piémont).

MM.

CARVALHO (de), Docteur ès sciences, à Coïmbre (Portugal).

CASARETTO (Jean), à Gênes (États sardes).

CASIANO DE PRADO (Don), Inspecteur général des Mines, à Madrid (Espagne).

CASTANO, Chirurgien-major du 5e d'artillerie, à Grenoble (Isère).

CATULLO (T.-A.), Professeur d'histoire naturelle à l'Université, à Padoue (royaume Lombardo-Vénitien).

CAUMONT (Paul de), Sous-Intendant militaire, à Alger (Afrique).

CAZANOVE (Charles de), Propriétaire, à Avize (Marne).

CERCELET, Négociant, rue de Soissons, à la Villette, banlieue de Paris.

CHALANDE, Négociant et Naturaliste, rue Venture, n° 6, au 3e, à Marseille (Bouches-du-Rhône).

CHAMOUSSET (le chanoine), Professeur de physique au grand séminaire, à Chambéry (Savoie).

CHANCOURTOIS (de), Ingénieur des Mines, rue de Condé, 5, à Paris.

CHARPENTIER (de), Directeur de mines et professeur à Bex, canton de Vaud (Suisse).

CHAUBARD, Naturaliste, rue de Seine, 74, à Paris.

CHAUVEAU, Avocat, rue du Cherche-Midi, 21, à Paris.

CHOPARD (Séraphin), Conducteur des Ponts et Chaussées, à Morteau (Doubs).

CHOULOT (le comte de), à Mimont, près Pougues (Nièvre).

CHRISTOL (Jules de), Professeur de minéralogie et de géologie à la Faculté des Sciences, à Dijon (Côte-d'Or).

CHRISTOPHE-COLOMB, Ingénieur naturaliste.....

CIA (Policarpo), Ingénieur professeur à l'École des Mines, à Madrid, (Espagne).

CLAUSSEN (Pierre), Membre de l'Institut brésilien, à Nottingham (Angleterre).

CLÉMENT-MULLET, Membre de plusieurs Sociétés savantes, Grande-Rue, 15, à Troyes (Aube).

COLLEGNO (H. Provana de), au Musée minéralogique, à Turin (Piémont).

COLLOMB (Édouard), rue de Madame, 26, à Paris.

COLOMBIER, Propriétaire, à Bayeux (Calvados).

COQUAND, Professeur de géologie à la Faculté des Sciences, à Besançon (Doubs).

MM.

CORDIER, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, etc., rue Cuvier, 33, à Paris.

CORDIER, fils aîné, Ingénieur mécanicien, à Angoulême (Charente).

CORNALIA (Émile), Directeur-adjoint du Muséum d'histoire naturelle, à Milan (royaume Lombardo-Vénitien).

CORNUEL, Avocat-avoué, à Wassy-sur-Blaise (Haute-Marne).

COSTA DE BEAUREGARD (le marquis Léon), à Champigny, par Chinon (Indre-et-Loire).

COTTEAU (Gustave), Substitut du procureur de la République, à Bar-sur-Aube (Aube).

COUPERY, Avocat à la Cour d'appel, faubourg Poissonnière, 6, à Paris.

COUVREU fils (Édouard), rue du Collége, 2, à Vevey, canton de Vaud (Suisse).

COUVREUX (Charles), Maître de forges, à Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or).

CROIZET (l'abbé), Curé de Neschers, par Champeix (Puy-de-Dôme).

CROSET-MOUCHET (le chanoine), à Anneey (Savoie).

CROSSE (Hippolyte), Avocat, rue de Berlin, 18, à Paris.

CURIONI (Jules), Membre de l'Institut I. R. des sciences de Lombardie, à Milan (royaume Lombardo-Vénitien).

CURNIEU (de), rue de la Chaussée-d'Antin, 68, à Paris.

DALMAS, Propriétaire, à Rozières, par Joyeuse (Ardèche).

DAMOUR, Chef au ministère des Affaires étrangères, rue de la Ferme-des-Mathurins, 10, à Paris.

DARAS (l'abbé), Sous-directeur de l'Institution des sourds-muets, à Saint-Médard, à Soissons (Aisne).

DARWIN, Membre de la Société géologique de Londres, Great-Marlborough street, 36, à Londres (Angleterre).

DAUBRÉE (Auguste), Ingénieur des Mines, Professeur à la Faculté des Sciences, à Strasbourg (Bas-Rhin).

DAUTRIVE, Avocat, rue Sainte-Anne, 69, à Paris.

DAVIDSON (Thomas), Esq., Muirhouse et Hatton, près d'Édimbourg (Écosse).

DEGOUSÉE, Ingénieur civil, Entrepreneur de sondages, fabricant de sondes, rue Chabrol, 35, à Paris.

MM.

DELAFOSSE, Professeur de minéralogie à la Faculté des Sciences, rue d'Enfer, 47, à Paris.

DELAHAYE, Pharmacien, rue de Lancry, 35, à Paris.

DELANOÜE, Concessionnaire de Mines à Raisme (Nord).

DELBOS (Joseph), rue des Trois-Conils, 55, à Bordeaux (Gironde).

DELESSE (Achille), Ingénieur des Mines, Professeur honoraire de la Faculté des Sciences de Besançon, rue de Madame, 35, à Paris.

DE MEY, Docteur en médecine, Propriétaire et Directeur de l'établissement des eaux thermales de Saint-Gervais en Savoie, rue de Madame, 6, à Paris.

DEMIDOFF (le comte Anatole de), rue de Londres, 7, à Paris.

DERVICH PACHA, Général d'état-major, Professeur de chimie et de physique à l'École militaire de S. H., à Constantinople (Turquie).

DESCLOIZEAUX, Répétiteur à l'École centrale des Arts et Manufactures, rue Taranne, 10, à Paris.

DESHAYES, Membre de plusieurs Sociétés savantes, Professeur de conchyliologie, place Royale, 18, à Paris.

DES MOULINS (Charles), Membre de plusieurs Académies, rue de Gourgues, 5, à Bordeaux (Gironde).

DESNOYERS (Jules), Membre de la Société de l'histoire de France et Bibliothécaire du Muséum d'histoire naturelle, au Muséum, à Paris.

DESOIGNIE (D.-Adolfo), Ingénieur des Mines de la Compagnie royale asturienne d'Avilès, à Oviedo (Espagne).

DESOR (E.), à Neuchâtel (Suisse).

DÉSOUDIN, Docteur en médecine, à Metz (Moselle).

DESPINE, Inspecteur général des Mines, à Turin (Piémont).

DESPLACES-DE CHARMASSE, Propriétaire, à Autun (Saône-et-Loire).

DESPORTES (Narcisse), Conservateur du Muséum d'histoire naturelle au Mans (Sarthe).

DEVILLE (Ch. SAINTE-CLAIRE), Conservateur des collections géologiques du Collége de France, rue du Regard, 6, à Paris.

DEVONSHIRE-SAULL (William), Membre des Sociétés géologique et astronomique de Londres, 15, Aldergate street, à Londres (Angleterre).

MM.

DIDAY, Ingénieur des Mines, à Marseille (Bouches-du-Rhône).

DITMAR (Charles de), Propriétaire, à Dorpat (Livonie).

DOLLFUS-AUSSET, à Mulhouse (Haut-Rhin).

DORLHAC (Justin), Ingénieur des houillères de la Haute-Loire, à Grosménil, par Lempdes (Haute-Loire).

DOUBLIER, à Draguignan (Var).

DOVERGNE fils, Pharmacien, Membre de plusieurs Sociétés savantes, à Hesdin (Pas-de-Calais).

DUBOCQ, Ingénieur des Mines, à Bone (Algérie).

DUFRÉNOY, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, etc., rue d'Enfer, 30, à Paris.

DUGUÉ, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Châlons (Marne).

DUMAS (Émilien), à Sommières (Gard).

DUMONT, Professeur de minéralogie à l'Université, rue de la Régence, 7, à Liége (Belgique).

DUMORTIER (Eugène), Négociant, rue des Augustins, 13, à Lyon (Rhône).

DUNAL, Doyen de la Faculté des Sciences, à Montpellier (Hérault).

DUPERREY, Membre de l'Institut, Capitaine de frégate, rue de Furstemberg, 4, à Paris.

DUPUY (l'abbé), Professeur d'histoire naturelle au petit séminaire, à Auch (Gers).

DUROCHER, Ingénieur des Mines, Professeur de géologie à la Faculté des Sciences, à Rennes (Ille-et-Vilaine).

DURY, Ancien professeur de mathématiques, à Langres (Haute-Marne).

DUTEMPLE (P.-P. Aimé), Propriétaire, à Pierry, près Épernay (Marne).

DUVAL (Louis-Victor), Propriétaire des forges de Saint-Laurent en Royans (Drôme).

DUVERNOY, Membre de l'Institut, Professeur au Collége de France et au Muséum d'histoire naturelle, au Jardin des plantes, à Paris.

ELDUYAEN (don José), Ingénieur des Ponts et Chaussées au service d'Espagne, à Gijon, Asturies (Espagne).

MM.

ÉLIE DE BEAUMONT, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, etc., rue de Varenne, 56, à Paris.

ELORZA (D. Francisco-Antonio de), Colonel, Directeur en chef de la fonderie royale de Truvia, à Oviedo (Espagne).

ERDMANN (A.), Membre de l'Académie des Sciences, à Stockholm (Suède).

ESCHER DE LA LINTH, à Zurich (Suisse).

EWALD (le docteur Jules), Naturaliste, Behrenstrasse, 53, à Berlin (Prusse).

FARGUES DE TASCHEREAU (Léon), Professeur de physique au lycée de Saint-Omer (Pas-de-Calais).

FAUVERGE (H.-G.), Membre de plusieurs Sociétés savantes, rue de Sèvres, 63, à Paris.

FAVRE (Alphonse), Professeur de géologie à l'Académie, à Genève (Suisse).

FEIGNOUX, à Cusset (Allier).

FERRAND DE MISSOL, Docteur en médecine, rue Saint-Sulpice, 18, à Paris.

FÉRY, Architecte-inspecteur des travaux publics, rue Saint-Honoré, 274, à Paris.

FILIPPI (Philippe de), Professeur de zoologie, à Turin (Piémont).

FISHER (le rév. John Hutton), Membre de la Société géologique de Londres, Professeur au collége de la Trinité, à Cambridge (Angleterre.)

FITTON (William-Henry), Membre des Sociétés royale et géologique de Londres, à Londres (Angleterre).

FLEURY (le docteur), Chirurgien de la Marine, rue l'Odéon, 35, à Paris.

FLORESI, Ingénieur des Mines au Mexique, Dewk street, 2, Adelphi, à Londres (Angleterre).

FONSCOLOMBE (de), Propriétaire, à Cogolin, par le Luc (Var).

FONSECA (Ferdinand de), vico Lammatari, 59, à Naples (royaume des Deux-Siciles).

FORCHHAMMER, Membre de l'Académie des Sciences, à Copenhague (Danemark).

FORESTIER (Aimé de), à Pau (Basses-Pyrénées).

FOSTER (J.-W.), Membre de la Société géologique de l'Ohio, à Boston, Massachusetts (États-Unis).

MM.

FOURNEL (Henri), Ingénieur en chef des Mines, rue de Varenne, 19, à Paris.

FOURNET (J.), Professeur de géologie à la Faculté des Sciences, à Lyon (Rhône).

FOURNOUË MONTALEMBERT (de), Officier supérieur en retraite, au Mouchetard, par Guéret (Creuse).

FRAAS (Oscar), Docteur en théologie, à Balingen (Wurtemberg).

FRANCQ (le baron Félix de), Membre de plusieurs Sociétés savantes, rue d'Aumale, 25, à Paris, et au château de Dyek, près Neuss (Prusse rhénane).

FRAPOLLI (L.), à Lugano, canton du Tessin (Suisse).

FRIGNET (Ernest), Docteur ès sciences, Membre de la Société d'histoire naturelle de Strasbourg, rue Saint-Florentin, 4, à Paris.

FRIZAC, à Toulouse (Haute-Garonne).

GAL (le chanoine), Professeur de théologie, à Aoste (États sardes).

GALDO (Manuel-José de), Professeur d'histoire naturelle, calle de Nortaleza, n° 78, c^to 2°, à Madrid (Espagne).

GALEOTTI (Henri), Naturaliste voyageur, place de la Chancellerie, 2, à Bruxelles (Belgique).

GALLIENNE, Curé de Sainte-Cérotte, par Saint-Calais (Sarthe).

GARRAN (Félix), Ingénieur civil des Mines, à Poitiers (Vienne).

GASTALDI (Barthélemy), Avocat, rue du Deposito, 8, à Turin (États sardes).

GAUDRY (Albert), Docteur ès sciences, attaché au Muséum d'histoire naturelle, rue Saint-Honoré, 343, à Paris.

GEINITZ (le Professeur), à Dresde (Saxe).

GIGOT, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, rue du Cherche-Midi, 16, à Paris.

GILLOT (Aug.), Conservateur du cabinet minéralogique de Nevers, cité Berquin, 9, à Nevers (Nièvre).

GILLOTTE (Joseph), Propriétaire, à Nuits (Côte-d'Or).

GOEPPERT, Professeur d'histoire naturelle et Membre de plusieurs Académies et Sociétés savantes, à Breslau (Silésie).

GOUVENOT, Curé d'Auxonne (Côte-d'Or).

GRAS (Sc.), Ingénieur en chef des Mines, à Grenoble (Isère).

GRASSET, Propriétaire, à Mauriac (Cantal).

GRAUGNARD, Docteur en médecine, rue du Mont-Parnasse, 28, à Paris.

MM.

GRAVES, Chef de bureau au ministère des Finances, rue de l'Université, 47, à Paris.

GREENOUGH (G.-B.), Membre des Sociétés royale et géologique de Londres, etc., à Londres (Angleterre).

GRELLOIS (Eugène), Médecin ordinaire à l'hôpital militaire, à Metz (Moselle).

GRUNER, Ingénieur en chef des Mines, rue de l'Ancienne-Comédie, 7, à Poitiers (Vienne).

GRÜNEWALDT (le docteur Maurice), à Krickew (Esthonie).

GUILHAUD (Jules), Propriétaire, au château de Saint-Laurent-de-Céris, par Saint-Claud (Charente).

GUILLEMIN (Jules), Ingénieur civil des Mines, à Blazac, par Puy-l'Évêque (Lot).

GUILLEMOT, Archéologue, à la Rochelle (Charente-Inférieure).

GUILLION (Albert), Propriétaire, palais Mangilli Valmarana, à Venise (royaume Lombardo-Vénitien).

GUYOT (Arnold), Professeur à l'Université de Cambridge, près Boston (États-Unis).

HAGUETTE, Docteur en médecine, rue Saint-Honoré, 83, à Paris.

HAIME (Jules), rue Bergère, 29, à Paris.

HALL (James), à Albany, État de New-York (États-Unis).

HAUSLAB (de), Feldmarschall-lieutenant, à Vienne (Autriche).

HÉBERT, Sous-directeur des études à l'École Normale, rue d'Ulm, 45, à Paris.

HENWOOD (W.-J.), Secrétaire de la Société royale géologique de Cornouailles, Saint-Michael's Terrace, à Penzance (Angleterre).

HÉRICART DE THURY (le vicomte), Membre de l'Institut, Président des Sociétés d'agriculture et d'horticulture, rue Saint-Dominique-Saint-Germain, 71, à Paris.

HIBBERT-WARE (Samuel), Docteur en médecine, Membre de la Société royale d'Édimbourg et de plusieurs autres Sociétés savantes, à York (Angleterre).

HOENINGHAUS (Frédéric-Guillaume), Membre de plusieurs Sociétés savantes, à Crefeld, en Westphalie (Prusse).

HOGARD (Henri), Membre de plusieurs Sociétés savantes, à Épinal (Vosges).

HOMBRES-FIRMAS (le baron d'), Correspondant de l'Institut, à Alais (Gard).

HUGARD (J.), rue des Saint-Pères, 36, à Paris.

MM.

HUNTER (William Perceval), Membre de la Société géologique de Londres, à Londres (Angleterre).

JACKSON (Charles-J.), M.-D., Membre de plusieurs Sociétés savantes, à Boston, Massachusetts (États-Unis).

JAMESON (Robert), Professeur de géologie, etc., 21, Royal circus, à Édimbourg (Écosse).

JAN (Georges), Directeur du Muséum d'histoire naturelle, à Milan (royaume Lombardo-Vénitien).

JAY (John-Clarkson), M. D., Trésorier du Lycée d'histoire naturelle, Bond street, 22, à New-York (États-Unis).

S. A. I. l'archiduc JEAN D'AUTRICHE, à Vienne (Autriche).

JEANJEAN (Adrien), Avocat, à Saint-Hippolyte-le-Fort (Gard).

JOURDAN, Directeur du Muséum d'histoire naturelle, à Lyon (Rhône).

JUSSIEU (Adrien de), Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'histoire naturelle, au Jardin des plantes, à Paris.

KAEPPELIN (E.), Imprimeur lithographe de la Société, quai Voltaire, 17, à Paris.

KEILHAU, Professeur de minéralogie à l'Université, à Christiania (Norvége).

KEYSERLING (le comte de), Chambellan de S. M. l'empereur de Russie, Officier au corps des mines, à Saint-Pétersbourg (Russie).

KLIPSTEIN (de), Professeur à l'Université, à Giesen (Hesse-Darmstadt).

KOECHLIN-SCHLUMBERGER (Joseph), Propriétaire, à Mulhouse (Haut-Rhin).

LABADYE (Eugène de), Propriétaire, à Saint-Servan (Ille-et-Vilaine).

LA BÈCHE (Sir Henry de), Membre de la Société géologique de Londres, etc., Somerset-House, à Londres (Angleterre).

LACORDAIRE, Ingénieur divisionnaire des Ponts et Chaussées, à Bussières, par le Fayl-Billot (Haute-Marne); et rue Neuve-des-Mathurins, 95, à Paris.

LAGRANGE, Docteur en médecine, rue des Francs-Bourgeois, 14, au Marais, à Paris.

LAGUENS, Juge au tribunal civil, à Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées).

LAISNÉ, Principal du collége, à Avranches (Manche).

LA JOYE (Félix), Propriétaire, rue du Helder, 25, à Paris.

MM.

LA MARMORA (le général Albert de), à Turin (Piémont).

LAMBOTTE (Henri), Docteur ès sciences, Professeur à l'Athénée, à Namur (Belgique).

LAMOTHE (de), Chef d'escadron au 2e régiment d'artillerie, à Valence (Drôme).

LANDRIOT (l'abbé), Supérieur du petit séminaire, à Autun (Saône-et-Loire).

LARDY, Directeur général des forêts du canton de Vaud, à Lausanne (Suisse).

LARÉVEILLÈRE-LÉPEAUX, à Thouarcé, par Brissac (Maine-et-Loire).

LA ROCHE-POUCHIN (le lieutenant-général comte de), rue d'Alger, 10, à Paris.

LA ROQUETTE (de), Membre de plusieurs Sociétés savantes, rue Mazarine, 19, à Paris.

LAS CASES (le comte Emmanuel de), rue Saint-Florentin, 9, à Paris.

LA TOUR DU PIN CHAMBLY (le baron Gabriel de), à Nantes (Loire-Inférieure).

LA TOURETTE (de), Docteur en médecine, à Loudun (Vienne).

LAURENT (Charles), Ingénieur civil, rue de Chabrol, 35, à Paris.

LAURILLARD, Conservateur du cabinet d'anatomie comparée, au Muséum d'histoire naturelle, à Paris.

LAVALLE, Docteur ès sciences, Professeur d'histoire naturelle à l'École secondaire de médecine, et Directeur du jardin botanique, à Dijon (Côte-d'Or).

LAVIZZARI (L.), Docteur ès sciences physiques et naturelles, à Mendrisio, canton du Tessin (Suisse).

LE BLANC, Colonel du Génie, à Toulouse (Haute-Garonne).

LE BLANC (Félix), Ancien élève de l'École des Mines, Répétiteur à l'École Polytechnique, rue de la Vieille-Estrapade, 9, à Paris.

LECAISNE-LEMAIRE, Propriétaire, à Saint-Quentin (Aisne).

LECONTE, Ingénieur des Mines, rue Laffitte, 18, à Paris.

LECOQ (Henri), Professeur d'histoire naturelle, à Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

LEGUILLOU (Élie), Chirurgien de la Marine, rue du Four, 70, à Paris.

LENOIR (P.-N.), rue du Paon-Saint-André, 8, à Paris.

MM.

S. A. I. le duc de LEUCHTENBERG, à Saint-Pétersbourg (Russie).

LEVALLOIS, Ingénieur en chef des Mines, rue Bellechasse, 44, à Paris.

LÉVÈQUE (l'abbé), Professeur à l'institution de M. l'abbé Poiloup, à Vaugirard, près Paris.

LEYMERIE, Professeur de géologie à la Faculté des Sciences, rue des Arts, 15, à Toulouse (Haute-Garonne).

LOBANOAV DE ROSTOW (le prince), Aide-de-camp de S. M. l'empereur de Russie, à Saint-Pétersbourg (Russie).

LOCKHART, Directeur du cabinet d'histoire naturelle et Membre de plusieurs Sociétés savantes, à Orléans (Loiret).

LOGAN (J.-R.), à Singapour (Inde).

LOGAN (William-Edmond), à Montréal, Canada (Amérique du Nord).

LORIÈRE (Gustave de), Avocat, rue de l'Ouest, 50, à Paris.

LORY, Professeur de physique au collége, à Grenoble (Isère).

LOUVET, Maître de pension, à Remalard (Orne).

LUCE, Propriétaire, rue Laffitte, 13, à Paris.

LYELL (Charles), Membre des Sociétés royale et géologique de Londres, et de plusieurs Sociétés savantes, à Londres (Angleterre).

MAC LAREN (Charles), Esquire, 15, Northumberland street, à Édimbourg (Écosse).

MAESTRE (Dn. Amalio), Ingénieur des Mines, à Madrid (Espagne).

MAILLARD, Professeur au petit séminaire de Saint-Lucien, près Beauvais (Oise).

MAIRE (Ernest), Avocat, à Lunéville (Meurthe).

MAISSIAT (le docteur), Agrégé à la Faculté de médecine, à l'École de médecine, à Paris.

MALROS (Jules de), au château de Saint-Victor, par Saint-Ambroix (Gard).

MANCEL (Eugène), Notaire, à Blot-l'Église, par Menat (Puy-de-Dôme).

MANDELSLOH (le comte de), Conseiller forestier, Membre de plusieurs Sociétés savantes, à Stuttgart (Wurtemberg).

MARCOU (Jules), à Dorchester, près Boston (États-Unis).

MARIN (Francis), Docteur en médecine, à Genève (Suisse).

MARROT, Ingénieur en chef des Mines, à Périgueux (Dordogne).

MARSCHALL (le comte de), Chambellan et archiviste de l'Institut I. géologique, ministère des Mines, à Vienne (Autriche).

MM.

MARTIN (Honoré), Professeur, aux Martigues (Bouches-du-Rhône).

MARTINET, Imprimeur de la Société, rue Mignon, 2, à Paris.

MARTINS (le docteur Charles), Professeur à la Faculté de médecine, à Montpellier (Hérault).

MARTURÉ (le docteur Charles), Chirurgien aide-major à l'hôpital militaire, rue Pargaminières, 76, à Toulouse (Haute-Garonne).

MARX, Ingénieur des Mines, à Nijné-Taguilsk, gouvernement de Perm (Russie).

MARY, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, rue de Madame, 50, à Paris.

MASSALONGO (le docteur Abraham), Naturaliste, à Vérone (royaume Lombardo-Vénitien).

MATHERON (Philippe), Ingénieur civil, Directeur des travaux de l'approfondissement de la rade, place de l'Intendance, 5, à Toulon (Var).

MAYER (Charles), rue Pascal, 53, à Paris.

MAYNARD (Pierre-Félix), Docteur en médecine, rue de Rivoli, 10, à Paris.

MENGALDO (le docteur A.), Chevalier de la Couronne de fer, Ancien officier de la garde royale italienne, à Venise (royaume Lombardo-Vénitien).

MÉRIAN (Pierre), Professeur, à Bâle (Suisse).

MEUGY, Ingénieur des Mines, à Lille (Nord).

MEYENDORF (le baron de), Ambassadeur de Russie, à Vienne (Autriche).

MEYENDORF (le baron de), Conseiller des Finances, Directeur du commerce, à Moscou (Russie).

MICHELIN (Hardouin), Doyen des conseillers référendaires à la Cour des comptes, rue Saint-Guillaume, 20, à Paris.

MICHELOT (Paul), Ingénieur des Ponts et Chaussées, rue de la Chaise, 24, à Paris.

MILLARD (Auguste), Propriétaire, rue du Pot-de-Fer, 6, à Paris.

MILLET, Secrétaire général de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers, à Angers (Maine-et-Loire).

MIZZI (Achille), Ingénieur au canal de Briare, à Briare (Loiret).

MOLINI, Libraire, à Florence (Toscane).

MM.

MONASTERIO (Dn. José de), Inspecteur des Mines, à Murcie (Espagne).

MONTMOLLIN (Auguste de), Propriétaire, à Neuchâtel (Suisse).

MORDRET, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Pithienville, par Évreux (Eure).

MOREAU (Adolphe), Juge au tribunal de première instance de Saint-Mihiel (Meuse).

MOREAU, Bibliothécaire, à Saintes (Charente-Inférieure).

MOROT, Professeur d'histoire naturelle à l'École Normale, rue d'Ulm, 45, à Paris.

MULOT, Mécanicien, Entrepreneur de puits artésiens, rue Rochechouart, 67, à Paris.

MURCHISÓN (Roderick-Impey), Membre des Sociétés royale et géologique de Londres, 16, Belgrave square, à Londres (Angleterre).

MYLNE (Robert W.), Membre de la Société géologique de Londres, 8, Regent street, à Londres (Angleterre).

NANCLAS (Edgar de), Propriétaire, à la Vallette (Charente).

NARANJO Y GARZA (Felipe), Ingénieur, Professeur à l'École des Mines, à Madrid (Espagne).

NICAISE (Charles), Conservateur du Musée de Blidah, et Secrétaire du comice agricole d'Alger, à Dalmatie, commune de Blidah (Algérie).

NICOLET, Pharmacien à la Chaux-de-Fonds, canton de Neuchâtel (Suisse).

NYST (Henri), Membre correspondant de l'Académie royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles, rue des Chats, 4, à Louvain (Belgique).

ODERNHEIMER (Frédéric), Ingénieur des Mines, à Wiesbaden (Duché de Nassau).

OMALIUS D'HALLOY (d'), Membre de l'Académie royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles, Membre correspondant de l'Institut de France, etc., à Halloy, près Ciney (Belgique); et rue de Mondovi, 6, à Paris.

ORBIGNY (Alcide d'), rue Saint-Hyacinthe-Saint-Honoré, 4, à Paris.

ORBIGNY (Charles d'), Membre de plusieurs Sociétés savantes, rue Cuvier, 57, à Paris.

ORSINI (Antonio), Naturaliste, à Ascoli (États romains).

MM.

OZERSKY (A. d') à l'état-major du Corps des Ingénieurs des Mines, à Saint-Pétersbourg (Russie).

PAILLETTE (Adrien), Ingénieur civil des mines, à Pola de Lena, par Léon (Espagne).

PAOLI (le comte D.), à Pesaro (États romains).

PARANDIER, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, rue Neuve, 11, à Besançon (Doubs).

PARÈS, Ancien magistrat, rue de Grenelle-Saint-Germain, 89, à Paris.

PARET, Ingénieur civil, à Niort (Deux-Sèvres).

PARETO (le marquis Laurent), à Gênes (États sardes).

PARIS (de), Ancien magistrat, rue du Hasard, 13, à Paris.

PARLATORE (Philippe), Professeur de botanique, à Florence (Toscane).

PAROLINI (Albert), Propriétaire, à Bassano, province de Vicence (royaume Lombardo-Vénitien).

PASINI (Louis), Membre de plusieurs Sociétés savantes, à Schio, près Vicence (royaume Lombardo-Vénitien).

PASSY (Antoine), rue Pigale, 66, à Paris.

PELLICO (Dn. Ramon), Ingénieur en chef des Mines et Professeur d'exploitation à l'École des Mines, Calle des Fuentes, à Madrid (Espagne).

PEÑUELA (Lino), Ingénieur des Mines, à Carthagène (Espagne).

PEREIRA DA COSTA (Dn Antonio).....

PEREZ, Docteur en médecine, Professeur d'histoire naturelle au Collége national, à Nice (États sardes).

PÉRON (Eugène), Conservateur du cabinet d'histoire naturelle, à Gray (Haute-Saône).

PHILLIPS (John), Professeur de géologie et Directeur du Muséum, à York (Angleterre).

PICTET (F.-J.), Professeur de zoologie et d'anatomie comparée à l'Académie, à Genève (Suisse).

PIDANCET, Conservateur du Muséum, à Besançon (Doubs).

PIETTE (Édouard), Étudiant en droit, rue Jacob, 12, à Paris.

PIETTE (Henri), Étudiant en droit, rue Jacob, 12, à Paris.

PINTEVILLE-CERNON (Antonin de), Propriétaire, rue Neuve-de-l'Université, 14, à Paris.

PITIOT, Directeur des mines de charbon de Monte-Bamboli et Monte-Massi, par Livourne (Toscane).

MM.

POMEL (Auguste), rue de l'Orangerie-Saint-Marcel, 3, à Paris.

PORTA (Léonard), Avocat et Professeur de droit, vico Belvedere, 8, 3e p., à Naples (royaume des Deux-Siciles).

POTIEZ (Valéry-Louis-Victor), Membre de la Société d'Agriculture et de la Commission administrative des Musées, à Douai (Nord).

PRATT (S. P.), Membre des Sociétés royale et géologique de Londres, à Londres (Angleterre).

PRESTWICH (Joseph), Membre de la Société géologique de Londres, à Londres (Angleterre).

PRÉVOST (Constant), Membre de l'Institut, Professeur de géologie à la Faculté des Sciences, etc., à la Sorbonne, à Paris.

PUEL (Timothée), Docteur en médecine, boulevard Beaumarchais, 72, à Paris.

PUGGAARD, Ancien élève de l'École Polytechnique, à Copenhague (Danemark).

PUTON (Ernest), Propriétaire, à Remiremont (Vosges).

PYLAIE (de la)....

RAINNEVILLE (de), Ingénieur civil des Mines, rue de Babylone, 53, à Paris.

RAQUIN (l'abbé), Professeur à l'institution de M. l'abbé Poiloup, à augirard (Seine).

RATHIER (Antoine), Avoué, à Tonnerre (Yonne).

RATTI (P.-Innocenzo), Ex-chirurgien de l'hôpital des Fate-Bene-Fratelli, à Omegna (États sardes).

RAULIN (Victor), Professeur de géologie à la Faculté des Sciences, Allées d'Amour, rue du Manége, 1, à Bordeaux (Gironde), et rue Sainte-Croix-de-la-Bretonnerie, 28, à Paris.

REDFIELD (W.), 324, Greenwich street, à New-York (États-Unis).

REGGI (Ferdinand), Professeur à l'Université, à Modène (duché de Modène).

REICHENBACH (le baron Karl), Docteur ès sciences, à Vienne (Autriche).

REINWARDT (C.-G.-C.), Professeur à l'Université, à Leyde (Hollande).

RENDU (l'évêque), Secrétaire perpétuel de la Société académique de Savoie, à Annecy (Savoie).

MM.

RENOIR, Professeur de physique, à Gray (Haute-Saône).

RENOU (Émilien), Ancien élève des Écoles Polytechnique et des Mines, rue Saint-Bié, à Vendôme (Loir-et-Cher).

RÉVENAZ (Amédée), Ancien élève de l'École Polytechnique, rue du Sentier, 21, à Paris.

REVERCHON, Ingénieur en chef des Mines, à Troyes (Aube).

RIBOT, Commandant du Génie, à Cambrai (Nord).

RIGAULT, Propriétaire, à la Ferté-sous-Jouarre (Seine-et-Marne).

RIVIÈRE, rue Vavin, 13, à Paris.

ROBERT DE VEY, à l'abbaye de Livry (Seine-et-Oise).

ROBERTON (le docteur), décédé.

Sur la proposition du Conseil, la Société a décidé, dans sa séance du 9 novembre 1840, que le nom de M. Roberton serait maintenu sur la liste commune, en témoignage de sa reconnaissance pour le legs qu'elle en a reçu.

ROBINEAU-DESVOIDY, Docteur en médecine, à Saint-Sauveur-en-Puisaye (Yonne).

ROBIN-MASSÉ, Docteur en médecine, à Saint-Amand-Mont-Rond (Cher).

ROCHA PACOVA (Dr. Gaetano da), rue de Constantine, 3, à Paris.

ROCHAT (Alexandre), Ingénieur métallurgiste, à Champel, 391, près Genève (Suisse).

ROCHET D'HÉRICOURT, rue des Beaux-Arts, 13, à Paris.

ROLLAND (Louis), Directeur de la mine de Layon-et-Loire, à Châlonnes-sur-Loire (Maine-et-Loire).

ROLLAND DU ROQUAN fils, Propriétaire, à Carcassonne (Aude).

ROSALES (Henrique), Travesia de Guardia, n° 10, piso 2°, Barcelona (Espagne).

ROSWAG (Victor), place du Lycée Louis-le-Grand, 2, à Paris.

ROUAULT (Alexandre), rue de Grenelle-Saint-Germain, 47, à Paris.

ROUAULT (Marie), Pensionnaire de la ville de Rennes, murs Champ-Dolent, 2, à Rennes (Ille-et-Vilaine), et rue d'Orléans-Saint-Marcel, 14, à Paris.

ROUSSEAU (Louis), Aide-Naturaliste au Muséum d'histoire naturelle, rue de Louvois, 7, à Paris.

ROUVILLE (Paul de), rue du Cardinal, 8, à Montpellier (Hérault).

ROUX (le docteur William), rue du Puits-Saint-Pierre, à Genève (Suisse).

ROYER (Ernest), Maître de forges, à Circy-sur-Blaise (Haute Marne).

MM.

ROYS (le marquis J. de), Ancien élève de l'École Polytechnique, rue Saint-Dominique-Saint-Germain, 40, à Paris.

ROZET, Chef d'escadron d'état-major, rue du Bac, 112, à Paris ; et au château de la Bouchardière, commune de Joué, près Tours (Indre-et-Loire).

RÜTIMEYER (Louis), Docteur ès sciences, à Berne (Suisse).

SÆMANN, Naturaliste, à Paris.

SAINT-MARCEAUX (Paul de), à Limé, près Braines-sur-Vesle (Aisne).

SAINT-PÈRE (le docteur Jules), Aide-naturaliste à la Faculté des sciences, à Dijon (Côte-d'Or).

SALMEAN, Professeur de chimie, à Oviedo, Asturies (Espagne).

SALUCE, Pharmacien, à Chambéry (Savoie).

SALVI (le comte Jean-Baptiste de), Propriétaire, Membre de l'Académie olympique, à Vicence (royaume Lombardo-Vénitien).

SANCHEZ (Don Eusebio), Directeur des Mines, à Almadenejos, Sierra Morena (Espagne).

SAPORTA (Charles de), rue Fousgate, 20, à Marseille (Bouches-du-Rhône).

SAVI (Paul), Professeur d'histoire naturelle à l'Université, à Pise (Toscane).

SCARABELLI (Joseph), à Imola (Etats romains).

SCHEERER, Professeur de métallurgie, à Freiberg, Erzgebirge (Saxe).

SCHEYRER, Rentier, rue de l'Échiquier, 27, à Paris.

SCHULZ (Guill.), Inspecteur général des Mines, à Oviedo, Avilès (Espagne).

SEDGWICK, Professeur woodwardien à l'Université, à Cambridge (Angleterre).

SÉNARMONT (de), Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Mines, rue de Sèvres, 17, à Paris.

SEVENIER, Architecte de la ville, à Orange (Vaucluse).

SIBUET (le baron Prosper), Avocat, rue Saint-Lazare, 45, à Paris.

SICOTIÈRE (Léon de la), Avocat, à Alençon (Orne).

SIMON (Victor), Secrétaire-Archiviste de l'Académie nationale de Metz, Vice-Président du tribunal civil de Metz, Président de la Société d'histoire naturelle du département de la Moselle, rue du Haut-Poirier, 10, à Metz (Moselle).

MM.

SISMONDA (le chevalier Ange), Professeur de minéralogie, à Turin (Piémont).

SMITH DE JORDANHILL (James), à Helensburg, près Glascow (Écosse).

SOBOLEWSKI (W.), Major au Corps impérial des Ponts et Chaussées, à Saint-Pétersbourg (Russie).

SOLAGES (le marquis de), Propriétaire de houillères, à Carmeaux (Tarn).

SOPWITH (Thomas), Ingénieur civil, Membre de la Société géologique et de l'Institut des Ingénieurs civils de Londres, à Newcastle-on-Tyne (Angleterre).

SOUTHERN (Henri), Ministre d'Angleterre à Rio-de-Janeiro (Brésil).

SPADA LAVINJ DI MACERATA (le comte), à Pise (Toscane).

STIEHLER (Aug.-Willh.), Conseiller de régence, Wernigerode am Harz (Prusse).

STROGONOFF (le comte Alexandre de), Aide-de-camp de S. M. l'empereur de Russie, à Saint-Pétersbourg (Russie).

STUDER, Professeur de géologie, à Berne (Suisse).

TALABOT (Paulin), Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Nîmes (Gard).

TASSY, Docteur en médecine, rue de Hanovre, 10, à Paris.

TCHEFFKINE (le général), Major général des Ingénieurs des Mines, à Saint-Pétersbourg (Russie).

TCHIHATCHEFF (P. de), Gentilhomme de la chambre de S. M. l'empereur de Russie, à Saint-Pétersbourg (Russie).

TEISSIER (le docteur Jules), Membre de plusieurs Sociétés savantes, à Anduze (Gard).

TENNANT (James), Professeur de minéralogie, à King's college, Somerset-House, à Londres (Angleterre).

TERQUEM OLRY, Ancien pharmacien, Membre de l'Académie nationale de Metz, à Metz (Moselle).

THIOLLIÈRE (Victor), rue Saint-Dominique, 15, à Lyon (Rhône).

THIRRIA, Secrétaire du conseil général des Mines, rue de Vaugirard, 28, à Paris.

THORENT, Receveur principal des Douanes, à Perpignan (Pyrénées-Orientales).

THURMANN (Jules), Ancien directeur de l'École Normale, à Porrentruy (Suisse).

MM.

TOSCHI (Antonio), Docteur en mathématiques, à Imola (États romains).

TRANSON (Abel), Ingénieur des Mines, Répétiteur à l'École Polytechnique, rue d'Enfer, 35, à Paris.

TREVELYAN (sir Walter), à Wallington-Morpeth (Angleterre).

TRIGER, Propriétaire-exploitant de mines, rue Négrier, 5, au Mans (Sarthe), et aux mines du Désert, près Châlonnes-sur-Loire (Maine-et-Loire).

TROCHEREAU, rue de Nièvre, à Nevers (Nièvre).

VAN BREDA, Secrétaire perpétuel de la Société hollandaise des sciences, Directeur du Musée Teijlevien, à Harlem (Hollande).

VAN DEN HECKE (l'abbé), Vicaire général de l'évêché de Versailles, rue Satory, 53, à Versailles (Seine-et-Oise).

VAN DER MAELEN, Membre des Académies royales de Bruxelles et de Turin, etc., à l'Établissement géographique de Bruxelles (Belgique).

VAULTRIN, Professeur d'histoire naturelle au collége, à Nancy (Meurthe).

VÈNE, Ingénieur en chef des Mines, à Toulouse (Haute-Garonne).

VERDU (Gregorio), Lieutenant-colonel, Professeur des sciences naturelles à l'École spéciale du Corps du Génie, à Guadalajara (Espagne), et place de Rivoli, 4, à Paris.

VERNEUIL (Edouard de), Avocat, rue de la Madeleine, 57, à Paris.

VIBRAYE (le comte Paul de), rue de Varenne, 56, à Paris.

VIEILBLANC (de), Propriétaire, à Thouars (Deux-Sèvres).

VILANOVA Y PIERA (Juan), Professeur de géologie au Muséum, à Madrid (Espagne).

VILLE (Ludovic), Ingénieur des Mines, à Oran (Algérie).

VILLENEUVE (de), Ingénieur des Mines, à Marseille (Bouches-du-Rhône).

VINARD, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Nîmes (Gard).

VIQUESNEL (Auguste), Propriétaire, rue Blanche, 42, à Paris.

VIRICEL, Docteur en médecine, à Lyon (Rhône).

VIRLET D'AOUST (Théodore), Ingénieur civil des Mines, rue de Miroménil, 34, à Paris.

WALFERDIN, Membre de plusieurs Sociétés savantes, rue du Mont-Parnasse, 34, à Paris.

MM.

WARBURTON, Membre du parlement, à Londres (Angleterre).

WATERKEYN, Professeur de minéralogie et de géologie à l'Université catholique, à Louvain (Belgique).

WEIBYE (le docteur), à Kragerö (Norvége).

WEISSE (le docteur J.-A.), n° 8, Saint-Georges place, Union square, Post-Office, à New-York (États-Unis).

WINTER (le baron de), Docteur en philosophie naturelle et mathématiques de l'Université de Leyde, au château de Varennes, près Mâcon (Saône-et-Loire).

WISSE (Sébastien), Conducteur des Ponts et Chaussées, à Carcassonne (Aude).

WURTEMBERG (le comte Guillaume de), Colonel d'artillerie à Stuttgart (Wurtemberg).

ZARCO DEL VALLE, Lieutenant général, rue del Clavel, 1, à Madrid (Espagne).

ZIENKOWICZ (Victor-Augustin), Ingénieur civil, rue Saint-Jacques, 189, à Paris.

ZIGNO (Achille de), à Padoue (royaume Lombardo-Vénitien).

ZUBER fils (J.), Fabricant de papier, à Rixheim, près Mulhouse (Haut-Rhin).

Le Docteur LAUDY, Agent de la Société, rue du Vieux-Colombier, 24, à Paris.

LISTE DES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ

DISTRIBUÉS GÉOGRAPHIQUEMENT.

EUROPE.

France.

Ain.

Néant.

Aisne.

Daras.
Lecaisne-Lemaire.
Saint-Marceaux (de).

Allier.

Feignoux.

Alpes (Basses-).

Néant.

Alpes (Hautes-).

Néant.

Ardèche.

Canson (de).
Dalmas.

Ardennes.

Néant.

Ariége.

Néant.

Aube.

Boutiot.
Clément-Mullet.
Cotteau.
Reverchon.

Aude.

Rolland du Roquan fils.
Wisse.

Aveyron.

Néant.

Bouches-du-Rhône.

Béraud.
Chalande.
Diday.
Martin.
Saporta (de).
Villeneuve (de).

Calvados.

Bréville.
Colombier.

Cantal.

Grasset.

Charente.

Bauga.
Cordier fils aîné.
Guilhaud.
Nanclas (de).

Charente-Inférieure.

Beltremieux.
Guillemot.
Moreau.

Cher.

Robin-Massé.

Corrèze.

Néant.

Corse.

Néant.

Côte-d'Or.

Beaudouin.
Baugé.
Carlet.
Christol (de).
Couvreux.
Gillotte.
Gouvenot.
Lavalle.
Saint-Père.

Côtes-du-Nord.

Néant.

Creuse.

Fournouë Montalembert (de).

Dordogne.

Bousquet (de).
Marrot.

Doubs.

Bancenel (de).
Benoît.
Chopard.
Coquand.
Parandier.
Pidancet.

Drôme.

Duval.
Lamothe (de).

Eure.

Mordret.

Eure-et-Loir.

Boisvillette (de).

Finistère.

Néant.

Gard.

Dumas.
Hombres Firmas (d').
Jeanjean.
Malbos (de .
Talabot.
Teissier.
Vinard.

Garonne (Haute-).

Boucheporn (de).
Frizac.
Le Blanc.
Leymerie.
Marturé.
Vène.

Gers.

Dupuy.

Gironde.

Arnaud d'Aux.
Bosc.
Delbos.
Des Moulins.
Raulin.

Hérault.

Dunal.
Martins.
Rouville (de).

Ille-et-Vilaine.

Durocher.
Labadye (de).
Rouault (Marie).

Indre.

Bastérot (de).

Indre-et-Loire.

Costa de Beauregard.
Rozet.

Isère.

Berthelot.
Castano.
Gras.
Lory.

Jura.

Néant.

Landes.

Néant.

Loir-et-Cher.

Renou.

Loire.

Néant.

Loire (Haute-).

Bertrand de Doue.
Dorlhac.

Loire-Inférieure.

Bertrand Geslin.
Boissy (de).
Cailliaud.
La Tour du Pin Chambly (de).

Loiret.

Lockhart.
Mizzi.

Lot.

Guillemin.

Lot-et-Garonne.

Néant.

Lozère.

Néant.

Maine-et-Loire.

Laréveillère-Lépeaux.
Millet.
Rolland.
Triger.

Manche.

Bonissent.
Laisné.

Marne.

Cazanove (de).
Dugué.
Dutemple.

Marne (Haute-).

Babeau.
Barotte.
Cornuel.
Dury.
Lacordaire.
Royer.

Mayenne.

Néant.

Meurthe.

Maire.
Vaultrin.

Meuse.

Buvignier.
Moreau.

Morbihan.

Néant.

Moselle.

Désoudin.
Grellois.
Simon.
Terquem Olry.

Nièvre.

Choulot (de).
Gillot.
Trochereau.

Nord.

Delanoüe.
Meugy.
Potiez.
Ribot.

Oise.

Bazin.
Maillard.

Orne.

Bachelier.
Louvet.
Sicotière (de la).

Pas-de-Calais.

Bouchard Chantereaux.
Dovergne fils.
Fargues de Taschereau.

Puy-de-Dôme.

Bouillet.
Croizet.
Lecoq.
Mancel.

Pyrénées (Basses-).

Forestier (de).

Pyrénées (Hautes-).

Laguens.

Pyrénées-Orientales.

Thorent.

Rhin (Bas-).

Blavier.
Daubrée.

Rhin (Haut-).

Dollfus-Ausset.
Kœchlin-Schlumberger.
Zuber (fils).

Rhône.

Dumortier.
Fournet.
Jourdan.
Thiollière.
Viricel.

Saône (Haute-).

Péron.
Renoir.

Saône-et-Loire.

Canat (J.).
Desplaces de Charmasse.
Laudriot.
Winter (de).

Sarthe.

Desportes.
Gallienne.
Triger.

Seine.

Amette.
Ballu.
Cercelet.
Lévêque.
Raquin.

Les membres résidant à Paris ne sont point mentionnés ici.

Seine-Inférieure.

Néant.

Seine-et-Marne.

Rigault.

Seine-et-Oise.

Robert de Vey.
Van den Hecke.

Sèvres (Deux-).

Paret.
Vieilblanc (de).

Somme.

Buteux.

Tarn.

Solages (de).

Tarn-et-Garonne.

Néant.

Var.

Barnéoud.
Doublier.
Fonscolombe (de).
Mathéron.

Vaucluse.

Sevenier.

Vendée.

Néant.

Vienne.

Brouillet.
Garran.
Grunor.
La Tourette (de).

Vienne (Haute-).

Alluaud aîné.

Vosges.

Hogard.
Puton.

Yonne.

Arraut.
Bouesuel.
Rathier.
Robineau-Desvoidy.

Espagne.

Azpiroz (de).
Bouvy de Schomenberg.
Casiano de Prado.
Cia.
Desoignie.
Elduyaen.
Elorza (de).
Galdo (de).
Maestre.
Monasterio (de).
Naranjo y Garza.
Paillette.
Pellico.
Peñuela.
Rosales.
Salméan.
Sanchez.
Schulz.
Verdu.
Vilanova y Piera.
Zarco del Valle.

Portugal.

Bonnet.
Carvalho (de).
Pereira da Costa.

Iles Britanniques.

Angleterre.

Ansted.
Black.
Buckland.
Burdett.
Claussen.
Darwin.
Devonshire Saull
Fisher.
Fitton.
Floresi.

Greenough.
Henwood.
Hibbert-Ware.
Hunter.
La Bèche (de).
Lyell.
Murchison.
Mylne.
Phillips.
Pratt.
Prestwich.
Sedgwick.
Sopwith.
Tennant.
Trevelyan.
Warburton.

Écosse.

Baddeley.
Davidson.
Jameson.
Mac Laren.
Smith de Jordanhill.

Royaume de Hollande.

Reinwardt.
Van Breda.

Belgique.

Auxy (d').
Braun.
Dumont.
Galeotti.
Lambotte.
Nyst.
Omalius d'Halloy (d').
Van der Maelen.
Waterkeyn.

Royaume de Prusse.

Prusse rhénane.

Francq (de).
Hœninghaus.

Prusse propre.

Buch (de).
Ewald.
Goëppert
Stiehler.

Petits États de la Confédération germanique.

Nassau (duché de).

Odernheimer.

Hesse Darmstadt.

Klipstein (de).

Saxe (R. de).

Geinitz.
Scheerer.

Wurtemberg (R. de).

Fraas.
Mandelsloh (de).
Wurtemberg (de).

Empire d'Autriche.

Autriche.

Alth.
Beroldingen (de).
Boué.
Breuner.
Hauslab (de).
Jean d'Autriche (S. A. I.).
Marschall (de).
Meyendorf (de).
Reichenbach (de).

Lombardo-Vénitien (royaume).

Balsamo Crivelli.
Borromeo.
Breganze.
Catullo.
Cornalia.
Curioni.
Guillion.
Jan.
Massalongo.
Mengaldo.
Parolini.
Pasini.
Salvi (de).
Zigno (de).

Confédération suisse.

Blanchet.
Buchwalder.
Charpentier (de).
Couvreu.
Desor.
Escher de la Linth.
Favre.
Frapolli.
Lardy.

Lavizzari.
Marin.
Mérian.
Montmollin (de).
Nicolet.
Pictet.
Rochat.
Roux.
Rütimeyer.
Studer.
Thurmann.

États sardes.

Savoie.

Chamousset.
Croset-Mouchet.
De Mey.
Rendu
Saluce.

Ligurie.

Casaretto.
Pareto.
Perez.
Ratti.

Piémont.

Bellardi.
Carrel.
Collegno (de).
Despine.
Filippi (de).
Gal.
Gastaldi.
La Marmora (de).
Sismonda.

Italie centrale.

Modène (duché de).

Reggi.

Toscane.

Airoldi.
Caillaux.
Molini.
Parlatore.
Pitiot.
Savi.
Spada Lavinj di Macerata.

États romains.

Bianconi.
Orsini.
Paoli.
Scarabelli.
Toschi.

Siciles (royaume des Deux-).

Fonseca (de).
Porta.

Danemark.

Forchhammer.
Puggaard.

Suède et Norvége.

Erdmann.
Keilhau.
Weibye.

Russie.

Ditmar (de).
Grünewaldt.
Keyserling (de).
Leuchtenberg (de).
Lobanow de Rostow.
Marx.
Meyendorf (de).
Ozersky (d').
Sobolewsky.
Strogonoff (de).
Tcheffkine.
Tchihatcheff (de).

Turquie d'Europe.

Dervich Pacha.

AFRIQUE.

Algérie.

Caumont (de).
Dubocq.
Nicaise.
Ville.

ASIE.

Inde.

Logan.

Perse.

Abich.

AMÉRIQUE.

Canada.

Logan.

États-Unis.

Agassiz.
Foster.
Guyot.
Hall.
Jackson.
Jay.
Marcou.
Redfield.
Weisse.

Nouvelle-Grenade.

Acosta.

Brésil.

Southern.

MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ DÉCÉDÉS

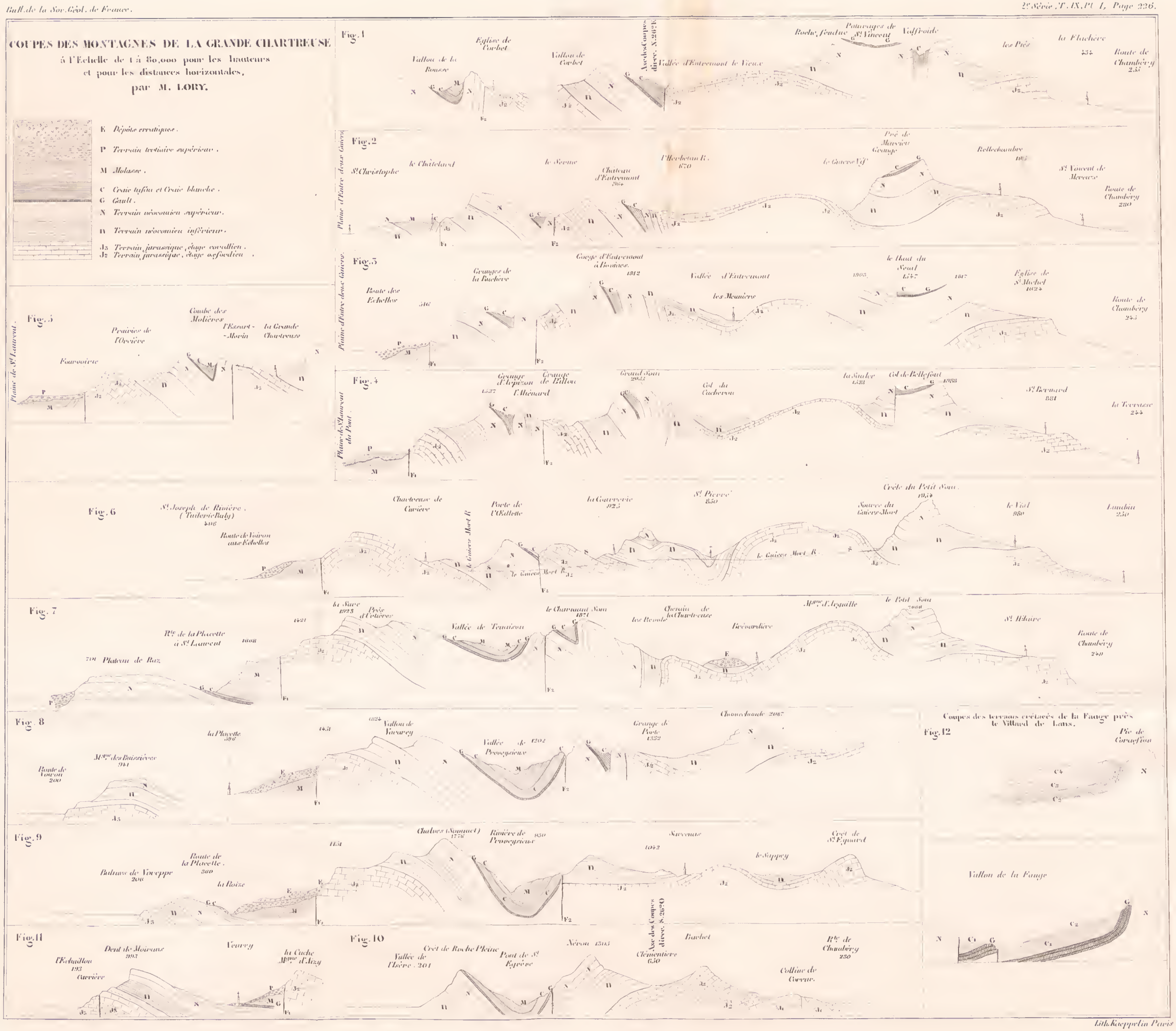
DANS LES ANNÉES 1850, 1851 ET 1852.

BONTEMPS, Officier supérieur d'état-major, à Paris.
COLIN (Ernest), Propriétaire, à Paris.
COPPIER, Bibliothécaire de la ville, à Annecy (Savoie).
DEFRANCE, Membre de plusieurs Sociétés savantes, à Paris.
DOMNANDO, Correspondant du Muséum d'histoire naturelle, à Athènes (Grèce).
EBELMEN, Directeur de la Manufacture nationale de Sèvres.
FLEURIAU DE BELLEVUE, Correspondant de l'Académie des Sciences, etc., à la Rochelle (Charente-Inférieure).
LAMBEL (le comte de), Général du Génie, à Paris.
LINK, Professeur à l'Université, à Berlin (Prusse).
MAISSIN (Alphonse de), Capitaine au long cours, à Turin (Piémont).
PARGA (le commandeur Jacobo-Maria de), Membre du Sénat, à Madrid (Espagne).
REPLAT, Ingénieur des Mines, à Chambéry (Savoie).
REQUIEN, Administrateur du Muséum, à Avignon (Vaucluse).
TALLAVIGNES (Auguste), Attaché au Consulat général de France, à Bucharest (Valachie).
TOILLIEZ (Désiré), Aspirant ingénieur des Mines, à Jemmapes (Belgique).
TROOST, Professeur, à Nashville, Tennessee (États-Unis).
ZAULBRUCKNER, Secrétaire particulier de S. A. I. l'archiduc Jean d'Autriche, etc., à Vienne.

COUPES DES MONTAGNES DE LA GRANDE CHARTREUSE

à l'Echelle de 1 à 80,000 pour les hauteurs et pour les distances horizontales,

par M. LORY.



Lith. Kœpplin Paris

Moraines de l'ancien Glacier de la Montagne de CHAILLOL-LE-VIEL

par M. Rozet.

Fig. 4

Plateau de Bayard couvert des débris des roches du Chaillol (grès et calcaire.)

(1250m)

Chauvet — Ferrand — Forest du Coq — la Forest du Serre — les Jouvenaud — les Bayvels — Grenoble — Larmand — Pei Rouvel — les Conduits — Romette — les Moulons — Mordenche — la bonne Femme — Pont Sarrazin — la Laye torrent — Villard Robert — Route de Gap à Embrun — Chemin de Champsaur — Gap — Cloche (440m)

(1850m) (1350m) (1350m)

Echelle de 0m,04 pour 1000 mètre

Fig. 5 — Coupe du Sol couvert par l'ancien Glacier de Chaillol

1/100.000

CHAILLOL LE VIEL — Nord — Bayard — Moraines — GAP — le Dévoc — Thabotte — St Pierre — Pic de Morge

Note de M. le Colonel ACOSTA sur la Sierra Tairona. (Nouvelle Grenade)

Fig. 1. Vue de la Sierra Tairona (Versant Méridional) prise dans son ensemble du haut de la chaîne plus basse au Sud.

S.O. — N.E.

Fig. 2. Coupe naturelle dans la Sierra Tairona

Filons de Granite rouge dans la roche Eurétique qui est de telle blancheur qu'on peut la confondre au loin avec la neige.

Le pied des filons est creusé par les éboulements.

Du cent. cette coupe au N.E. du Gd Bouchant

25 Mètres

Ce filon a 16m de largeur

S.O. — N.E.

Cette coupe est perpendiculaire à l'axe de la chaîne

Fig. 3. Profil de la Sierra Tairona, perpendiculaire à l'axe

L'Echelle des hauteurs est à celle des longueurs comme 1 à 3.

Versant méridional de la Sierra — Pueblo Viejo — Chamchous — Alto del Mayorel — St Sébastien village Indien bâti par les Indiens Vierges — Crête parallèle — Fond de la Vallée de la Dévastation — Côte de la Sierra Tairona — Neige permanente — Versant Nord de la Sierra vers St Marthe — Il manque 2 coupes sûres de ce versant que je ne connais pas.

Gravé par les Mes Averil, rue des Bernardins 18

Lith. Kappelin, Quai Voltaire 27, Paris

(Nord) — Pihen — la Pierre — Ste Soudage — GUINES — Leubringhen — Landrethun le Nord — Baninghen — Blacourt — Paris — Calais — Route de Paris — Leulinghen — Ferques — Calliers — Fiennes — Hardinghen — MARQUISE — Rinxent — Réty (Sud)

Fig. 6

Terrains Paléozoïques du Bas-Boulonnais par M. J. Delanoüe

Coupes sur l'Echelle de la Souvenet

Amas de fer Carbte hydraté et Suff.re avec Argile, Sable etc. (T. Crétacéen de la Gte de M. Damour)

Craie

Gault

Oolite

Calcaire Napoléon — Cs — dp

Houille et Schistes gris

Calcaire dit Carbonifère, peu fossilifère — C2 — dp

Dolomie souvent pulvérulente

Schiste et Psammite — C1

Calc. dit Steinkalk de Ferques, très fossilifère — F.3

Schiste et Dolomie, fossilifère

Grauwacke, fossilifère et Calc. noir en bancs alternatifs — F.2

Vieux Grès rouge du terr. dévonien inf.r (Poudingue rouge) — F.

Sondage ou puits d'exploitation

Usine hydraulique

Moulin à vent

Eglise

Carrière

Terrain Crétacéen — Terrain Houillère — Terrain Dévonien

Fig. 1. Coupe du Puix à St. Maurice par le sommet du Ballon d'Alsace.

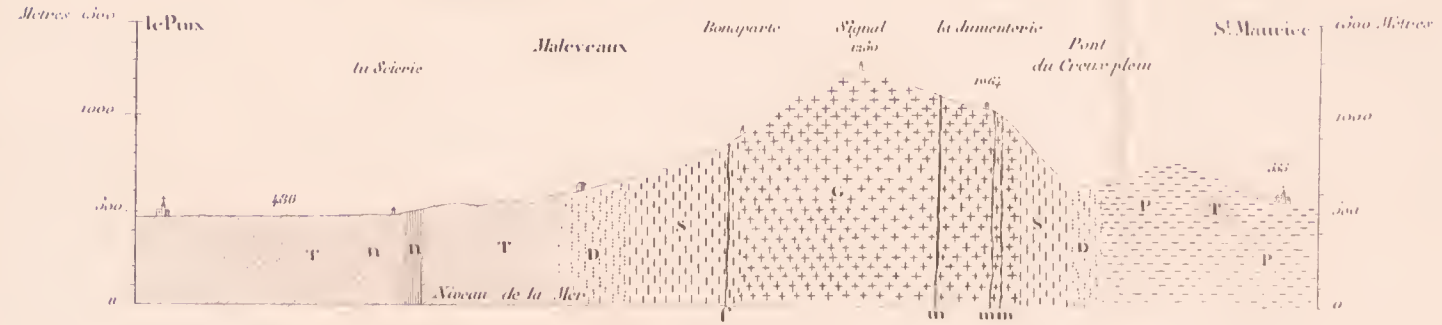


Fig. 2. Coupe de Plancher-les-Mines au Pont-Jean par le Haut de la Prelle.

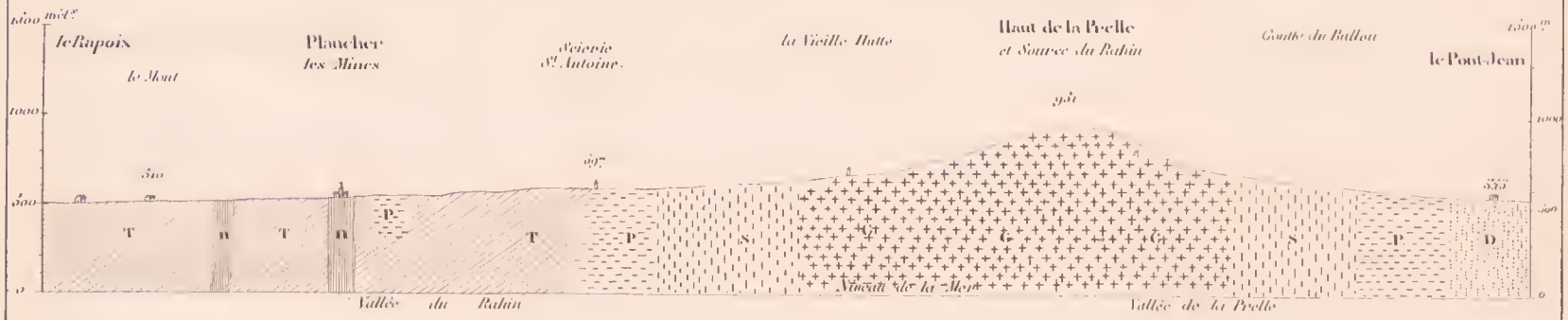
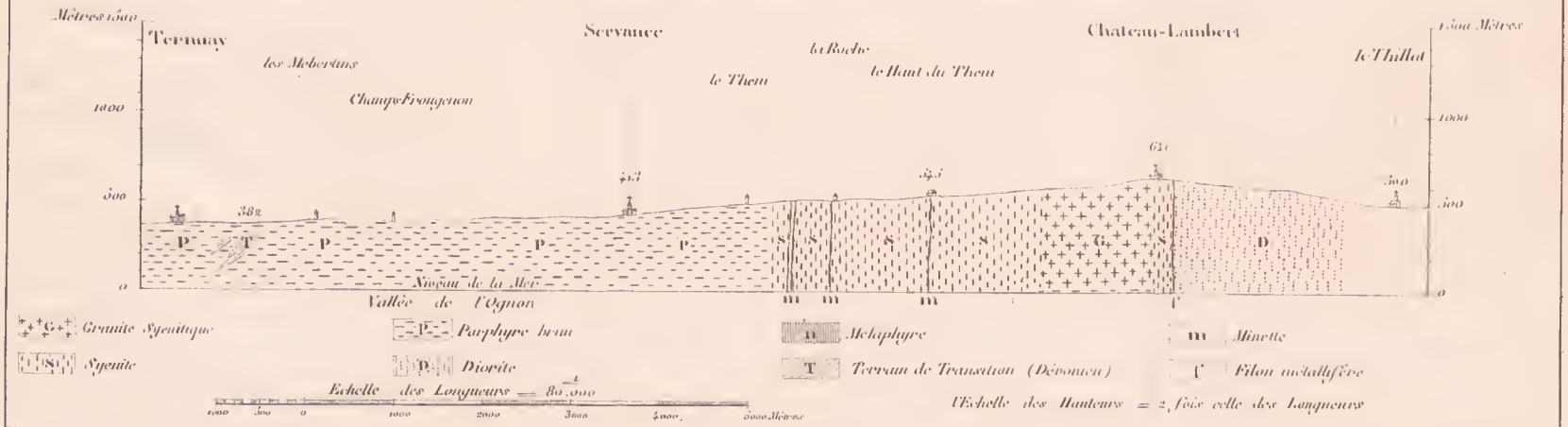


Fig. 3. Coupe de Chateau-Lambert à Ternuay.



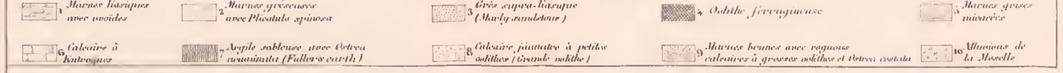
Gravé par Avril frères

Lith. Kaeppelin à Paris

Coupe des terrains observés par la Société Géologique, par M. JACQUOT, Ingénieur des Mines à Metz.

Fig. 1. Coupe idéale des terrains que l'on rencontre dans les coteaux de la rive gauche de la Moselle à la hauteur de Metz.

Signes conventionnels pour la Figure 1.



Signes conventionnels pour les fig. 2, 3 et 4.

Fig. 2. Coupe géologique des terrains situés entre la basse Sarre et la Moselle.

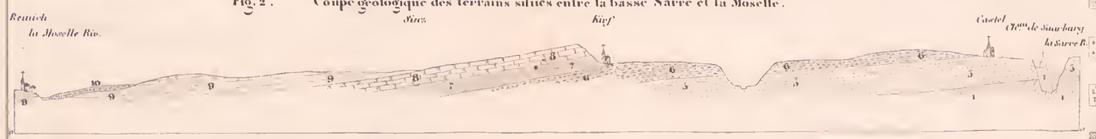
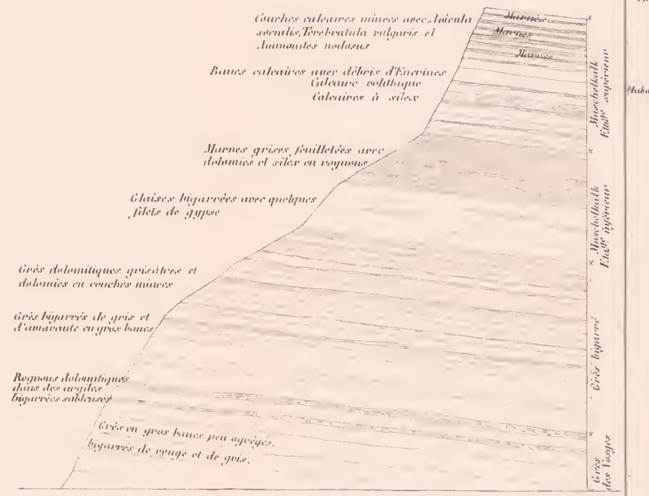
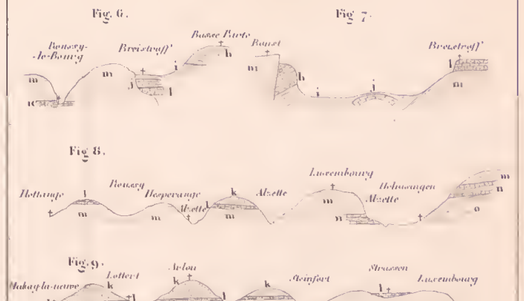


Fig. 3. Coupe géologique du Littermont par Düppenweiler et Piesbach

Fig. 5. Coupe géologique, à l'échelle de 1/500 de la côte de Kelsebberg sur laquelle est assise la nouvelle route de Forbach à Sarreguemines.



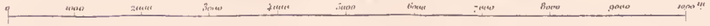
Note de M. TERQUEM.



Légende

Marnes bitumineuses	e
Grès métallifère	f
Marnes à ovoïdes	h
Marnes feuilletées	i
Calcaire (grès) cervoise	j
Calcaire sableux	k
Calcaire à graphites	l
Grès infraliasique	m
Calcaire et marnes	n
Marnes irisées	o

Echelle métrique pour les distances horizontales (1/80,000)



Nota. Les hauteurs ont été triplées dans les figures 2, 3 et 4, et décuplées dans la figure 1.

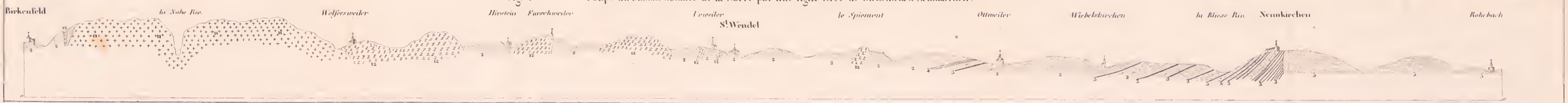



Fig. 4. Coupe du bassin houiller de la Sarre par une ligne tirée de Birkenfeld à Neunkirchen.